

明 細 書

ヘッド保持部材とそれを備えたディスク装置、およびディスク装置における
ヘッド保持方法

技術分野

- [0001] 本発明は、浮上型の信号変換素子(磁気ヘッド)を有するディスク装置のヘッド保持機構に関し、さらに詳しくは、ディスク装置のヘッド保持機構に用いられるアクチュエータが非動作時にあってアンローディングになっているときに、アクチュエータの待避位置におけるヘッド保持部材とそれを備えたディスク装置、およびディスク装置におけるヘッド保持方法に関する。

背景技術

- [0002] ディスク装置の動作停止時には、信号変換素子を搭載したアクチュエータをデータが記録されている領域からアンローディング動作をさせて、記録媒体上の所定の領域(パーキングゾーン)に移動させて保持したり、または、信号変換素子が記録媒体の表面に対して非接触になる記録媒体の外周近傍の所定の位置に移動させたりして保持している。すなわち、ディスク装置の動作停止時にアクチュエータを所定の待避位置に保持するようになっている。さらに、ディスク装置の動作停止時に外部からの衝撃を受けたとき、アクチュエータが待避位置から記録媒体上のデータ記録領域へ移動して、信号変換素子と記録媒体表面との衝突により記録媒体上のデータ領域表面を損傷したり、または、データ記録領域へ移動したときのデータ記録領域に接触したままの状態から動作起動することによる信号変換素子との摺動により記録媒体上のデータ領域表面を損傷したり、または、ディスク装置のほかの構成部品とアクチュエータが衝突することによって構成部品やアクチュエータが損傷を受けるというような致命的な故障を生じないように、アクチュエータを所定の待避位置に保持するためのアクチュエータの保持部材あるいは保持方法が採用されている。
- [0003] 以下、従来のアクチュエータの保持部材を有するディスク装置の例について説明する。まず、アクチュエータの保持部材を有するディスクドライブ装置については、一端に変換ヘッド(上述の信号変換素子に相当)、他端にコイルが取り付けられたアク

アクチュエータアームの他端側に一体的に設けられた突起に鉄片が取り付けられ、回転軸の周りに回転可能に取り付けられて、ボイスコイルモータ(以下、VCMと言う)であるアクチュエータを構成し、また、アクチュエータアームに配設された鉄片に対向してハウジングに永久磁石を固定した構成を有し、アクチュエータアームに配設した鉄片がハウジングに固定した永久磁石により磁気吸引され、アクチュエータアームが永久磁石の磁気吸引力によって固定されるという構成が提案されている。この例においては、アクチュエータアームに配設した鉄片とハウジングに固定した永久磁石がヘッド保持部材として機能し、永久磁石による磁気吸引力によるヘッド保持方法を採用している。

[0004] このような構成において、ディスクドライブ装置の停止時には、VCMのコイルに電流が供給され、アクチュエータアームが所定の待避位置に移動するように作動させられ、所定の待避位置に近づくと鉄片が永久磁石に吸引されて待避位置にアクチュエータアームを固定することができるというものであり、この状態では外力が加わってもアクチュエータアームは磁気吸引力により固定されているので動くことなく、記録媒体上のデータ記録領域のデータやアクチュエータは変換ヘッドやアクチュエータアームの不用意な動きから保護されるというものである(例えば、日本登録特許公報第2803693号参照)。

[0005] また、アクチュエータの保持部材を有するディスクドライブ装置のアクチュエータロック方法については、上述のアクチュエータの保持部材を有するディスクドライブ装置の例と同様のアクチュエータアームの保持部材を有し、さらに、弾性を有する板ばねとソレノイドコイルからなるアクチュエータアームの保持部材を設けている。アクチュエータと上下方向に係合するように弾性を有し、かつ、上方向に応力を有する板ばねがソレノイドコイルに電流を供給することによる鉄製のプランジャの動きに応じて上下に移動させられ、プランジャの下側には第1の磁気力を有する第1の磁界供給手段としてのマグネットが配置され、上側には第2の磁気力を有する第2の磁界供給手段としてのVCMヨークが配置された構成を有している。ソレノイドコイルは、第1の電流が供給された場合には、プランジャを押し上げるような磁気力を発生して板ばねを上側に移動させ、また、第1の電流とは異なる第2の電流が供給された場合には、プランジ

ャを押し下げるといった磁気力を発生して板ばねを下側に移動させる。また、板ばねの上方向の応力よりも大きい下向きの磁気力を有したマグネットの第1の磁気力により板ばねを下側に固定し、また、板ばねの上方向の応力に加えて、VCMヨークの第2の磁気力により、板ばねを上側に吸引して固定する構成が提案されている。

[0006] このような構成において、ディスクドライブ装置の動作時は、プランジャが第1の磁気力によりマグネットの方向に引き寄せられ、さらに、プランジャにより板ばねが下側に押さえつけられて、板ばねがアクチュエータの移動を妨げることはない高さに固定されたロック解除状態になるように板ばねを固定し、また、ディスクドライブ装置の停止時は、アクチュエータを所定のロック位置(上述の待避位置に相当)に移動させ、マグネットの第1の磁気力の大きさと板ばねの応力の大きさとの差よりも大きく、かつ上向きの磁気力を発生させるような第1の電流をソレノイドコイルに供給し、板ばねを上方向に移動させて、板ばねを上側に固定したロック状態になるように板ばねを移動させて固定する。ここで、ソレノイドコイルへの電流供給は、ロック解除状態からロック状態、あるいは、ロック状態からロック解除状態への移行時のみに供給され、板ばねが下側あるいは上側に固定されているロック解除状態あるいはロック状態のそれぞれの状態にあるときは、ソレノイドコイルには電流が供給されていない。ディスクドライブ装置の停止時に、鉄片と永久磁石による磁気吸引力と板ばねを上側に固定してロック状態としてアクチュエータを待避位置にロックすることによって、水平方向のみならず、上下方向に対しても、アクチュエータを固定することができ、衝撃によるアクチュエータの移動を防止することができるというものである(例えば、日本公開特許公報 特開平8-221915号公報、特開平10-302418号公報、特開2002-260356号公報等参照)。

[0007] また、アクチュエータのロック機構を有するディスクドライブ装置の別の例として、アクチュエータがアクチュエータ揺動軸を中心として回転運動可能に設けられ、そのアクチュエータ揺動軸を挟んで互いに反対側になるように配設されたヘッドアームとコイルアームからなる構成が提案されている。そしてこの構成のディスクドライブ装置は次のような特徴を備えている。まず、(1)ヘッドアームはキャリッジアームとサスペンションアームからなり、そのサスペンションアームはランプブロックに待避するための凸

部が形成されたタブを有し、その近傍に信号変換素子を搭載したヘッドスライダが実装されている。また、(2)ボイスコイルが内面に実装されたコイルアームはアウトアームとインナアームからなる。一方、(3)アクチュエータの待避位置に設けられたランプブロックおよび慣性ラッチ機構がエンクロージャの内部に収納されている。(4)エンクロージャにねじ固定されたランプブロックはランプサポートの側面から水平方向に凸設した複数のランプを有し、ランプは第1斜面、頂部平面、第2斜面、底部平面および第3斜面を含む複合平面を有している。また、(5)慣性ラッチ機構は、慣性レバー揺動軸を中心にして揺動可能な慣性レバーと、ラッチレバー揺動軸を中心にして揺動可能なラッチレバーと、ラッチレバーをアーム開放位置に保持するためのスプリングにより構成され、それぞれの揺動軸周りの慣性レバーおよびラッチレバーの慣性モーメントにおいてラッチレバーよりも慣性レバーの慣性モーメントの方が大きくなされている。そして、(6)慣性レバーは、ラッチレバーと第1係合部において係合するための第1係合突起および第2係合部において係合するための第2係合突起が形成された慣性アームとバランスアームとを有する。また、(7)ラッチレバーは、スプリングの作用側端部と係合する2つのスプリング係合突起と位置決め突起とラッチ突起とが形成されたラッチアームと補助アームとを有しており、位置決め突起はラッチレバーのアクチュエータ開放位置およびアクチュエータラッチ位置を決めるためのものであり、ラッチ突起はラッチレバーがアクチュエータラッチ位置に動いたときにアクチュエータのインナアームの先端部に係合してアクチュエータをラッチするためのものである。なお、(8)ランプブロックと慣性ラッチ機構とでアクチュエータロック機構を構成し、ヘッド保持部材として機能している、というような特徴である。

- [0008] このような構成において、ディスクドライブ装置の非動作時には、アクチュエータは待避位置にアンロードされ、サスペンションアームのタブがランプの底部平面に保持されており、微弱な衝撃に対しては、サスペンションアームのタブ凸部がランプブロックの第2斜面あるいは第3斜面を登ることによりヘッドアームの揺動エネルギーを減衰させてヘッドアームの動きを抑制して、ヘッドアームが待避位置からディスク側あるいはその反対側に移動することを防ぎ、ヘッドアームを待避位置に保持するアクチュエータの保持部材としてランプブロックが機能する。また、ディスクドライブ装置の非動

作時にディスクドライブ装置に衝撃が加わった場合の慣性ラッチ機構の動作において、外部からの衝撃によりアクチュエータに反時計周りに揺動させるトルクが働いたとき、慣性レバーおよびラッチレバーには、それぞれの揺動軸を中心に反時計周りに回動させようとするトルクがそれぞれ働き、慣性レバーに働くトルクがラッチレバーに働く衝撃によるトルクおよびラッチレバー揺動軸を中心に時計周りにラッチレバーを回動させようとするスプリングのトルクによる合力トルクよりも大きければ、慣性レバーはラッチレバーに働くトルクの向きに係わらず反時計周りに回動し、第1係合部において第1係合突起によりラッチレバーを引っ張り、ラッチレバーを反時計周りに揺動させ、ラッチアームのラッチ突起が待避位置にある状態から移動してきたインナアーム先端部に係合し、アクチュエータがラッチされ、その後、ランプブロックの第2斜面の作用によりアクチュエータのタブはランプブロックの底部平面に押し戻され、インナアーム先端部とラッチ突起の係合が離れ、スプリングの作用によりラッチアームはアクチュエータ開放位置に戻る。また、外部からの衝撃によりアクチュエータに時計周りに揺動させるトルクが働いたとき、慣性レバーおよびラッチレバーには、それぞれの揺動軸を中心に時計周りに回動させようとするトルクがそれぞれ働き、ラッチレバーには衝撃によるトルクのほかにスプリングによりラッチレバー揺動軸を中心に時計周りに回動させようとするトルクが常に働いている。第2係合部において、慣性レバーに働くトルクがラッチレバーに働く衝撃によるトルクおよびスプリングによるトルクの合力よりも大きければ、第2係合部において第2係合突起によりラッチレバーを押し、ラッチレバーを反時計周りに揺動させ、ラッチアームのラッチ突起がアクチュエータの揺動範囲を規制する弾性体からなるクラッシュストップに激突して反時計周りにリバウンドしてきたインナアーム先端部に係合し、アクチュエータがラッチされるというものであり、ラッチレバーに衝撃により働くトルクよりも慣性レバーに働く衝撃によるトルクを大きくし、衝撃による慣性レバーのトルクの向きに揺動するようにするために、慣性レバーの慣性モーメントをラッチレバーの慣性モーメントよりも大きく設定し、インナアーム先端部が待避点からラッチ点に移動するよりも前に、ラッチ突起がラッチ点に移動するように、開放点からラッチ点までのラッチ突起の揺動距離、ラッチ点の位置、ラッチ突起から揺動軸までの距離等を設定して、アクチュエータを待避位置にラッチして、アクチュ

エータをロックし、ヘッドアームおよびヘッドスライダがディスクの配設空間に入り込むことを防止するというものである。

[0009] しかしながら、上記の従来のアクチュエータの保持部材を有するディスクドライブ装置に用いられたアクチュエータの保持方法において、ディスクドライブ装置の停止時に、アクチュエータアームに設けられた鉄片とハウジングに固定された永久磁石の吸引力によって、アクチュエータの待避位置にアクチュエータアームを固定するというものであり、このような構成を有するアクチュエータ保持方法では、アクチュエータの回転方向と同一方向の衝撃に対しては比較的高い耐衝撃性を有するが、短時間に加わる大きな衝撃あるいはアクチュエータの回転方向に対して上下方向の成分を有する衝撃に対する耐衝撃性は比較的低く、衝撃に対する保持機能が十分に発揮することができないという課題があった。また、アクチュエータを待避位置に保持するためには鉄片と永久磁石が必要となり、装置を構成する部品点数が増加してコスト増になるという課題もあった。

[0010] また、上記の従来のアクチュエータの保持方法は、比較的大きな衝撃が加わったとき、待避位置にあるアクチュエータが記録媒体のデータ記録領域にまで移動しないように待避位置にアクチュエータを保持するように構成されたアクチュエータ保持方法であり、特に、ロック手段とソレノイドコイルからなるアクチュエータ保持部材を設けた例では、アクチュエータアームに設けられた鉄片、ハウジングに設けられた永久磁石、アクチュエータを把持するための板ばね、その板ばねを下側に固定するマグネット、板ばねを上下移動させるためのプランジャおよびプランジャを上下移動させるソレノイドコイルによってアクチュエータを保持するように構成されており、ディスクドライブ装置の停止時、アクチュエータを待避位置に移動させ、プランジャの上下移動に伴って板ばねを上方向に移動させ、板ばねをロック状態にして、アクチュエータを待避位置にロックするというものであり、比較的大きな衝撃に対しても耐衝撃性を有するが、プランジャの移動方向と同一方向の非常に大きな衝撃を受けたときに、板ばねのロック状態を維持するためには、板ばねの上側への応力およびVCMヨークの第2の磁気力をその衝撃に耐えられる値に設定する必要があり、したがって、そのような板ばねの上側への応力とVCMヨークの第2の磁気力との大きな合力に抗してプランジャ

を下方向に移動させ、板ばねをロック解除状態にするためには、ソレノイドコイルに大きな電流を流して大きな磁気力を発生させることが必要であり、ソレノイドコイルが大型化し、また、アクチュエータを待避位置にロックするためのアクチュエータの保持部材を構成するそれぞれの部品を配置する空間が必要であり、ディスクドライブ装置を小型化することが困難になるという課題があり、さらに、アクチュエータの保持機構を構成するために、多くの部品が必要となり、装置のコストアップ要因となるという課題があった。

- [0011] また、アクチュエータが揺動軸を中心として回転運動可能に設けられ、その揺動軸を挟んで互いに反対側になるように配設されたヘッドアームとコイルアームからなる構成のディスクドライブ装置では、慣性レバー、ラッチレバーおよびスプリングにより慣性ラッチ機構が構成されており、ディスクドライブ装置の非動作時に、比較的大きな衝撃を受けた場合、慣性レバーが回転して、ラッチレバーに働くトルクの向きに係わらずラッチレバーを反時計方向に回転させて、ラッチアームのラッチ突起が待避位置にある状態から移動してきたアクチュエータのコイルアームにおけるインナアーム先端部に係合し、アクチュエータをラッチするというものであり、そのために慣性レバーの慣性モーメントをラッチレバーの慣性モーメントよりも大きく設定しているというものである。このような慣性ラッチ機構を有する構成によるアクチュエータのロック機構では、衝撃に対する不感帯領域を非常に小さくすることができ、アクチュエータのロック機構としての信頼性が向上するが、慣性ラッチ機構を構成するために、多くの部品を必要とし、また、それらの部品を配置するスペースも必要となり、装置のコストアップ要因となり、かつ、小型化に対する障害になるという課題があった。

- [0012] 本発明は、上記の課題を解決し、非常に簡単な構成で、非常に高い耐衝撃性を有するアクチュエータのヘッド保持部材とヘッド保持方法およびそれを備えたディスク装置を提供することを目的とする。

発明の開示

- [0013] 上記の目的を達成するために本発明のヘッド保持部材は、ディスク装置の動作停止指令によりアクチュエータをアンローディング動作させたとき、アクチュエータを構成するヘッド支持アームの一端に形成されたタブ部を待避位置にガイドして、待避位

置にタブ部を保持するヘッド保持部材であって、待避位置の形状は、タブ部を保持するヘッド保持平面と、ヘッド保持平面のローディング側に形成されたロード側突出部と、ヘッド保持平面のアンローディング側に形成されたアンロード側壁面とを有するよう構成されている。また、ヘッド保持平面のローディング側には、ヘッド保持平面に垂直な角度を有するロード側壁面が形成され、かつ、ロード側壁面に続くヘッド上部壁面がロード側突出部のヘッド保持平面に対向する面を形成している構成、また、ヘッド保持平面のローディング側には、ヘッド保持平面に対し 90° より小さい角度を有するロード側壁面が形成された構成、また、ヘッド保持平面とアンロード側壁面との間に、ヘッド保持平面に対し 90° より大きい角度を有する第3の斜面とヘッド保持平面に平行なヘッド移動平面とが形成されている構成、また、ヘッド保持平面とロード側壁面との間に、ヘッド保持平面に対し 90° より大きい角度を有するヘッド移動斜面とヘッド保持平面に平行なヘッド移動平面とが形成されている構成、また、ヘッド保持平面は、ディスク装置の記録媒体の記録面に平行、または記録面に対し鋭角をなして形成されている構成を有する。さらに、アクチュエータの回動軸の回動中心に垂直な方向において、ヘッド保持平面の幅がヘッド支持アームのタブ部の幅よりも大きい構成を有してもよい。

[0014] これらの構成によって、ヘッドスライダを搭載するヘッド支持アーム等のアクチュエータ構成部材の設計の自由度が飛躍的に拡大でき、例えばアクチュエータを構成するヘッド支持アームを剛性の高い材料で形成して、外部からの大きな衝撃等に対する耐衝撃性を向上させるとともに、アクチュエータに組み込まれたヘッドスライダに対するロード荷重を大きくすることが可能になり、ディスク装置の停止中に、衝撃や振動の外乱が作用した際に、ヘッドがディスク上に移動することを抑止し、ヘッド支持アームを保持することができ、格段に高い耐衝撃性能を有するヘッド保持部材およびディスク装置を実現することができる。

[0015] また、本発明のヘッド保持部材は、ヘッド保持平面とアンロード側壁面とが曲面で接続されている構成、または、ヘッド保持平面とロード側壁面とが曲面で接続されている構成を有する。これらの構成により、タブ部とランプ部のガイド面との接触面が拡大し、タブ部の押圧による接触応力が低下して、平面とタブとの接触による摩耗を低

減でき、高い信頼性を有するディスク装置を実現することができる。これは特に高記録密度を達成するため、ヘッドとメディアの隙間を数nmとするようなディスク装置において、摩耗粉のディスクへの付着を防止でき、高い信頼性が得られる。

[0016] 上記の目的を達成するために本発明のヘッド保持方法は、回転軸の周りに回転自在に配設された記録媒体と、一端にヘッドおよびタブ部を有し、回転軸から離れた位置に配設された第1の軸受部により回転軸に平行な第1の回転軸の周りを回転可能なヘッド支持アームと、ヘッドと第1の軸受部の間に配設され、ヘッド支持アームの長手方向の中心線に垂直な第2の回転軸の周りに回転可能な第2の軸受部と、第2の回転軸上にあつて、ヘッド支持アームまたは第2の軸受部に当接する2つ以上の当接部と、ヘッド支持アームと第2の軸受部とを連結する板ばね部と、ヘッド支持アームの待避時にタブ部を保持するランプ部と、を備えるディスク装置におけるヘッド保持方法であつて、タブ部が待避位置から記録媒体の方向に移動することを阻止するヘッド保持平面のローディング側に形成されたロード側突出部と、ヘッド保持平面のアンローディング側に形成されたアンロード側壁面と、タブ部を待避位置に保持するヘッド保持平面とが形成されたランプ部において、ディスク装置の動作停止指令により、ヘッド支持アームをアンローディング動作させるためタブ部を待避位置に移動させるとき、記録媒体の半径方向および半径方向に垂直な方向の力と、板ばね部の付勢力とをヘッド支持アームに働かせて、ヘッド支持アームを記録媒体の半径方向に移動させ、ヘッド支持アームに働く力のうち、少なくとも板ばね部の付勢力によって、タブ部をランプ部のアンロード側壁面に当接させた後に、タブ部の待避位置となるヘッド保持平面に保持させる構成を有している。また、ディスク装置の動作停止指令により、ヘッド支持アームのタブ部をランプ部のヘッド保持平面に移動、保持するアンローディング動作をさせた後、ディスク装置のロード指令により、タブ部を一旦アンロード側に駆動させ、タブ部をロード側に駆動させる構成、またヘッド支持アームがボイスコイルホルダを介してヘッド支持アームに連結されたボイスコイルを有し、ボイスコイルに電流を供給して駆動させることにより、第1の回転軸の周りをヘッド支持アームが揺動する構成、また、ヘッド支持アームをロード側に駆動するとき、ヘッド支持アームに連結されたボイスコイルに印加する駆動電流波形をパルス波形とする構成を有しても

よい。

[0017] これらのヘッド保持方法により、ディスク装置の動作中に電源停止した場合、または、ディスク装置に緊急停止指令が入った場合に、タブ部と第3の斜面との衝突のエネルギーを小さく抑え、ヘッド支持アームのタブ部またはランプ部の第3の斜面に生じる損傷を抑止することができ、また、ディスク装置の停止(非動作)時に外部からの大きな衝撃を受けても、ヘッドスライダが配設されたヘッド支持アームのタブ部がその待避位置であるランプ部のヘッド保持平面から離脱することではなく、安定したヘッド保持を可能としたヘッド保持方法を実現することができる。

[0018] また、上記の目的を達成するために、本発明のディスク装置は、回転軸の周りに回転自在に配設された記録媒体と、一端にヘッドおよびタブ部を有し、回転軸から離れた位置に配設された第1の軸受部により回転軸に平行な第1の回転軸の周りを回転可能なヘッド支持アームと、ヘッドと第1の軸受部の間に配設され、ヘッド支持アームの長手方向の中心線に垂直な第2の回転軸の周りに回転可能な第2の軸受部と、第2の回転軸上にあつて、ヘッド支持アームまたは第2の軸受部に当接する2つ以上の当接部と、ヘッド支持アームと第2の軸受部とを連結する板ばね部と、ヘッド支持アームの待避時にタブ部を保持するランプ部と、を備え、タブ部が待避位置から記録媒体の方向に移動することを阻止するヘッド保持平面のローディング側に形成されたロード側突出部と、ヘッド保持平面のアンローディング側に形成されたアンロード側壁面と、タブ部を待避位置に保持するヘッド保持平面とが形成されたランプ部において、タブ部が待避位置に移動するとき、記録媒体の半径方向および半径方向に垂直な方向の力と、板ばね部の付勢力とをヘッド支持アームに働かせて、ヘッド支持アームを記録媒体の半径方向に移動させ、ヘッド支持アームに働く力のうち、少なくとも板ばね部の付勢力によって、タブ部をランプ部のアンロード側壁面に当接させた後に、タブ部の待避位置となるヘッド保持平面に保持させる構成を有している。この構成に加えて、ディスク装置の動作停止指令により、ヘッド支持アームのタブ部をランプ部のヘッド保持平面に移動、保持するアンローディング動作をさせた後、ディスク装置のロード指令により、タブ部を一旦アンロード側に駆動させ、タブ部をロード側に駆動させ、かつアンロード側壁面下部に当接させず跳ね上げさせる構成、また、ヘッド保持平面

とアンロード側壁面とが曲面で接続される構成、また、ヘッド保持平面のローディング側には、ヘッド保持平面に垂直な角度を有するロード側壁面が形成され、かつ、ロード側壁面に続くヘッド上部壁面がロード側突出部のヘッド保持平面に対向する面を形成している構成、また、ヘッド保持平面とロード側壁面とが曲面で接続されている構成、また、ヘッド保持平面のローディング側には、ヘッド保持平面に対し 90° より小さい角度を有するロード側壁面が形成され、かつ、ロード側壁面がロード側突出部のヘッド保持平面に対向する面を形成している構成、また、ヘッド保持平面とアンロード側壁面との間に、ヘッド保持平面に対し 90° より大きい角度を有する第3の斜面とヘッド保持平面に平行なヘッド移動平面とが形成されている構成、また、ヘッド保持平面とロード側壁面との間に、ヘッド保持平面に対し 90° より大きい角度を有するヘッド移動斜面とヘッド保持平面に平行なヘッド移動平面とが形成されている構成、また、ヘッド保持平面は、ディスク装置の記録媒体の記録面に平行、または記録面に対し鋭角をなして形成されている構成を有することもできる。これらの構成とともに、さらに、アクチュエータの回動軸の回動中心に垂直な方向において、ヘッド保持平面の幅がヘッド支持アームのタブ部の幅よりも大きい構成、また、ディスク装置のロード指令により、タブ部を一旦アンロード側に駆動した後、タブ部をロード側に駆動させる構成、また、ヘッド支持アームをロード側に駆動するとき、ボイスコイルに印加する駆動波形がパルス波形である構成、また、第2の軸受はピボットを当接点とするピボット軸受である構成、また、ピボットは円錐状または角錐状のピボットである構成、また、第2の軸受は、当接する曲面の1点を当接点とする、または当接する稜線を当接線とするピボット軸受である構成、また、ヘッド支持アームはボイスコイルホルダを介してヘッド支持アームに連結されたボイスコイルを有し、ボイスコイルに電流を供給して駆動させることにより、第1の回動軸の周りをヘッド支持アームが揺動する構成、また、記録媒体の回転停止時に、ヘッド支持アームのタブ部はランプ部のヘッド保持平面を押圧する押圧力を有する構成、また、ランプ部が記録媒体の外周の近傍に配置され、第1のマグネットがヘッド支持アームに対し記録媒体側とは反対側にボイスコイルに対向して配設されている構成、また、ランプ部が記録媒体の回転中心の近傍に配置され、第2マグネットがヘッド支持アームに対し記録媒体側に第2のボイスコイルに

対向して配設されている構成を有してもよい。

- [0019] これらの構成により、ディスク装置の動作中に電源停止した場合、または、ディスク装置に緊急停止指令が入った場合に、タブ部とランプ部のヘッド保持部との衝突のエネルギーを小さく抑え、ヘッド支持アームのタブ部またはランプ部のヘッド保持部に生じる損傷をさらに小さく抑え、ランプ部の耐久性を向上させることができ、また、ディスク装置の停止(非動作)時に外部からの大きな衝撃を受けても、ヘッドスライダが配設されたヘッド支持アームのタブ部がその待避位置であるランプ部のヘッド保持平面から離脱することではなく、安定したヘッド保持を可能とし、さらに、ディスク装置の動作開始時には、VCMを構成するボイスコイルとマグネットとの間に反撥駆動トルクが発生して、ヘッド支持アームを記録媒体表面に垂直な方向に回動させようとするトルクが働き、ヘッド支持アームのタブ部を上方に移動させる力が発生するとともに、アクチュエータを回動軸周りに回動させる力も発生して、アクチュエータを待避位置から離脱させ、記録媒体の表面上の方向へ容易に移動させることができ、信頼性、耐久性が高く、安定したヘッド保持を安価に実現したディスク装置を実現することができる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]図1は本発明の実施の形態1におけるディスク装置に備わる磁気ディスク装置の主要部の概略構成を示す平面図である。
- [図2]図2は図1に示した磁気ディスク装置が備えるアクチュエータの構成を示す側面図である。
- [図3]図3は図1に示した磁気ディスク装置が備えるアクチュエータの構成を示す分解斜視図である。
- [図4]図4は図1に示した磁気ディスク装置に備わるアクチュエータが待避位置にあるときのランプブロック近傍を示す平面図である。
- [図5]図5は図4におけるランプ部および記録媒体を示すB-B線断面図である。
- [図6]図6は図5における断面図においてタブ部の動作を示す図である。
- [図7A]図7Aは実施の形態によるタブ部の形状を示す断面図である。
- [図7B]図7Bは実施の形態によるタブ部の形状を示す断面図である。

[図7C]図7Cは実施の形態によるタブ部の形状を示す断面図である。

[図7D]図7Dは実施の形態によるタブ部の形状を示す断面図である。

[図7E]図7Eは実施の形態によるタブ部の形状を示す断面図である。

[図8A]図8AはVCM駆動時のVCMの位置とアクチュエータの回転トルクの関係を示すグラフである。

[図8B]図8BはVCM駆動時のVCMの位置とVCMに働く反撥駆動トルクの関係を示すグラフである。

[図8C]図8CはVCMに駆動時のVCMの位置とVCMに働く力の方向の関係を示すグラフである。

[図9]図9は本発明の実施の形態1におけるディスク装置の駆動時にVCMに加える駆動電流を示す図である。

[図10]図10はタブ部がヘッド保持平面にあるときのタブ部に作用する力の関係を示す図である。

[図11]図11は本発明の実施の形態1における別の磁気ディスク装置の主要部の概略構成を示す斜視図である。

[図12]図12は図11に示した本発明の実施の形態1における別の磁気ディスク装置が備えるアクチュエータの構成を示す分解斜視図である。

[図13A]図13Aは本発明の実施の形態1における磁気ディスク装置が備えるアクチュエータの別の構成を示す側面図である。

[図13B]図13Bは図13Aに示したアクチュエータの部分斜視図である。

[図14A]図14Aは本発明の実施の形態1における磁気ディスク装置に備わるアクチュエータのほかの構成を示す部分側面図である。

[図14B]図14Bは図14Aに示したアクチュエータの分解斜視図である。

[図15]図15は本発明の実施の形態2における磁気ディスク装置に備わるアクチュエータの待避位置であるランプ部のヘッド保持平面近傍を示す部分拡大断面図である。

[図16]図16は本発明の実施の形態3における磁気ディスク装置のランプ部および記録媒体を示す断面図である。

[図17]図17は本発明の実施の形態3におけるディスク装置の駆動時にVCMに加える駆動電流を表す図である。

[図18]図18は本発明の実施の形態4におけるディスク装置のランプ部および記録媒体を示す断面図である。

[図19]図19は本発明の実施の形態4におけるディスク装置の駆動時にVCMに加える駆動電流を表す図である。

[図20]図20は本発明の実施の形態1～4における磁気ディスク装置に備わるアクチュエータの別の構成のランプ部のヘッド保持平面近傍を示す部分拡大断面図である。

符号の説明

- [0021]
- 1 回転中心
 - 2, 102 回転軸
 - 3 ロータハブ部
 - 4 記録媒体
 - 5 回転軸
 - 6 ベアリング
 - 7 アクチュエータ
 - 8, 108 ヘッド支持アーム
 - 8a タブ部
 - 8b, 23a, 29c 穴部
 - 8c ディンプル
 - 8d, 10a 中心線
 - 9 ヘッドスライダ
 - 10 ボイスコイル
 - 11 マグネット
 - 12 上側ヨーク
 - 13 下側ヨーク
 - 14 ランプ部

- 14a 第1の斜面
- 14b 第1の平面
- 14c 第2の斜面
- 14d ロード側壁面
- 14e タブ部保持平面(ヘッド保持平面)
- 14f 第1のヘッド移動平面
- 14g タブ部上部壁面
- 14h 第3の斜面
- 14j アンロード側壁面
- 14k 第2のヘッド移動平面
- 14m ヘッド移動斜面
- 15 ランプブロック
- 16, 17 クラッシュストップ
- 18 中央位置
- 19, 119 VCM
- 20 ロード側突出部
- 21 ジンバル機構
- 22 ヘッド支持アームユニット
- 23 ボイスコイルホルダ
- 24 バランサ
- 25 ボイスコイル部
- 26 アクチュエータサブユニット
- 27, 127 板ばね部
- 28 ばね固定部材
- 29, 129 ピボット軸受部
- 29a, 29b ピボット
- 30 アクチュエータアーム
- 31 軸受部

- 31a フランジ
- 31b ねじ部
- 31c 円筒部
- 32 カラー
- 32a 突出部
- 32b, 43 上面
- 33 ナット
- 41 ランプ取付部
- 101 筐体
- 103 待避位置
- 104 別のボイスコイル
- 105 別のマグネット
- 106 ベースアーム
- 107 アームプレート
- 107a 延長部

発明を実施するための最良の形態

[0022] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。また、ディスク装置として磁気ディスク装置を例にとって説明する。

[0023] (実施の形態1)

図1～図12は、本発明の実施の形態1におけるディスク装置に備わるアクチュエータのヘッド保持部材とそのヘッド保持方法を説明するための図である。図1は本発明の実施の形態1におけるディスク装置に備わる磁気ディスク装置の主要部の概略構成を示す平面図、図2は図1に示した磁気ディスク装置が備えるアクチュエータの構成を示す側面図、図3は図1に示した磁気ディスク装置が備えるアクチュエータの構成を示す分解斜視図、図4は図1に示した磁気ディスク装置に備わるアクチュエータが待避位置にあるときのランプブロック近傍を示す平面図、図5は図4におけるランプ部および記録媒体を示すB-B線断面図、図6は図5における断面図においてタブ部の動作を示す図、図7A～図7Eは各種のタブ部の形状を示す断面図、図8AはV

CM駆動時のVCMの位置とアクチュエータの回転トルクの関係を示すグラフ、図8BはVCM駆動時のVCMの位置とVCMに働く反撥駆動トルクの関係を示すグラフ、図8CはVCMに駆動時のVCMの位置とVCMに働く力の方向の関係を示すグラフ、図9は本発明の実施の形態1におけるディスク装置の駆動時にVCMに加える駆動電流を示す図、図10はタブ部がヘッド保持平面にあるときのタブ部に作用する力の関係を示す図、図11は本発明の実施の形態1における別の磁気ディスク装置の主要部の概略構成を示す斜視図、図12は図11に示した本発明の実施の形態1における別の磁気ディスク装置が備えるアクチュエータの構成を示す分解斜視図である。なお、図1および図11においては、上蓋を取り外し、上側ヨークを省略した状態で図示している。

- [0024] 図1において、回転中心1の周りに回転するスピンドルモータ(図示せず)の回転軸2に固着されたロータハブ部3に、記録媒体層を表面上に形成した記録媒体4が載置されている。一方、回転軸5の周りにベアリング6を介して回転自在に軸支された信号変換素子揺動アームからなるアクチュエータ7には、一方の端部にタブ部8aが形成され、タブ部8aより回転軸5側にジンバル機構(図示せず)を介して信号変換素子である磁気ヘッド(図示せず)を搭載したヘッドスライダ9が配設され、他端にはボイスコイル10が配設されて、回転軸5の周りに記録媒体4の表面と平行な方向に回転する。また、ボイスコイル10に対向するようにその上方、すなわちアクチュエータ7に対して記録媒体4とは反対側に、マグネット11を固着した上側ヨーク12がシャーンあるいはほかの筐体(図示せず)に取り付けられている。また、ボイスコイル10を挟むようにしてボイスコイル10に対向させて、その下方に下側ヨーク13がシャーンあるいはほかの筐体に取り付けられている。そしてボイスコイル10、上側ヨーク12に固着されたマグネット11、下側ヨーク13によってVCM19が構成されている。また、ランプブロック15がシャーンあるいはほかの筐体に取り付けられており、ランプブロック15はランプ部14を有するヘッド保持部材であり、ガイド部が設けられてタブ部8aに当接してアクチュエータ7を上下にガイドする。マグネット11に対向したボイスコイル10に電流を供給することによって、VCM19が作動し、アクチュエータ7を記録媒体4の半径方向に回転させている。磁気ディスク装置の動作時は、アクチュエータ7が回転軸5の周り

に回転して回転中の記録媒体4のデータ記録領域上を移動し、磁気ディスク装置の非動作時には、アクチュエータ7を時計方向に回転させて、アクチュエータ7を待避位置であるランプ部14の所定の位置まで回転する。なお、周知のように、アクチュエータ7が時計方向(記録媒体4の回転中心1とは反対側方向、すなわちアンロード方向)あるいは反時計方向(記録媒体4の回転中心1側方向、すなわちロード方向)への過度な揺動を阻止するためにクラッシュストップ16、17がシャーシあるいは筐体その他の構造部材に設けられている。そして、アクチュエータ7が時計方向へ回転して、ランプ部14から離脱することを阻止するように、クラッシュストップ16がアクチュエータ7に当接する構成になっている。

[0025] ここで、アクチュエータ7に固着されたVCM19を構成するボイスコイル10に対向する上側ヨーク12に固着されたマグネット11について説明する。図1において、記録媒体4の記録可能領域 R_D の中央位置18にアクチュエータ7が回転して磁気ヘッド(図示せず)が位置するときのアクチュエータ7の位置に対して、ボイスコイル10の回転周方向の中心線10aに対応する位置に、マグネット11のN極とS極の境界が一致するようにマグネット11を着磁しておく。そして、同時に、アクチュエータ7が記録媒体4の記録可能領域 R_D 内で動作しているときのボイスコイル10の動作範囲に対応するマグネット11の回転軸5の半径方向(アクチュエータ7の長手方向)における幅より、アクチュエータ7が待避位置にあるマグネット11の幅が大きくなるように、マグネット11が形成され、上側ヨーク12に固着されている。

[0026] 次に、アクチュエータ7の構成について、図2および図3を用いて説明する。

[0027] 図2および図3において、一方の端部にタブ部8aおよび他方に穴部8bを有するヘッド支持アーム8に、ジンバル機構21を介して磁気ヘッド(図示せず)を搭載したヘッドスライダ9を配設して、ヘッド支持アームユニット22を構成している。なお、ヘッドスライダ9の中心部分近傍に当接するようにディンプル8cをヘッド支持アーム8の下面に設けて、ジンバル機構21を介してヘッドスライダ9を取り付けたとき、そのディンプル8cをジンバル機構21あるいはヘッドスライダ9の上面(磁気ヘッドが搭載された面とは反対側の面)の略中心部に当接させるようにすることによって、磁気ディスク装置の動作時におけるヘッドスライダ9の記録媒体(図3には図示せず)4に対するロールまた

はピッチ方向の不要な振動等にも柔軟性よく追従することができる。さらに、ボイスコイル10が穴部23aを有するボイスコイルホルダ23に取り付けられ、そのボイスコイル10を挟んで穴部23aの反対側にバランサ24が固着されてボイスコイル部25を構成している。さらに、ボイスコイル部25をヘッド支持アームユニット22に固着し、アクチュエータサブユニット26を構成している。なお、ヘッド支持アームユニット22とボイスコイル部25は別部材として記述したが、何らこれに限るものではなく一体化された1つのユニットとしてもよい。

[0028] 一方、略環状で略Z字状に2段に折り曲げられた弾性手段である板ばね部27の一端が半円環形状のばね固定部材28を介して一对のピボット29a、29bと穴部29cを有するピボット軸受部29に固着されている。また、板ばね部27をヘッド支持アーム8の穴部8bに貫通させ、ピボット軸受部29の一对のピボット29a、29bをヘッド支持アーム8の上面に当接させて板ばね部27の他端をヘッド支持アーム8の下面に固着し、板ばね部27と一对のピボット29a、29bを介してヘッド支持アーム8を構成要素とするアクチュエータサブユニット26とピボット軸受部29が弾性手段である板ばね部27によって弾性的に接続され、かつ、ピボット軸受部29の一对のピボット29a、29bとヘッド支持アーム8の上面とのそれぞれの当接点 P_1 および当接点 P_2 を支点としてアクチュエータサブユニット26を構成するヘッド支持アーム8のタブ部8a側を下方に押し下げるように板ばね部27が作用するようになされ、アクチュエータサブユニット26、板ばね部27、ばね固定部材28およびピボット軸受部29によってアクチュエータアーム30を構成している。

[0029] したがって、磁気ディスク装置の動作時、ヘッド支持アームユニット22にジンバル機構21を介して取り付けられたヘッドスライダ9が記録媒体4の表面に対して浮上しているときのヘッドスライダ9のロード荷重は、ピボット軸受部29の一对のピボット29a、29bのそれぞれの当接点 P_1 および当接点 P_2 におけるヘッド支持アームユニット22に対する板ばね部27の変形による反力としての記録媒体4方向への圧縮応力によって生じることになり、ヘッドスライダ9にかかる記録媒体4方向の付勢力とその逆方向の浮揚力との関係によってヘッドスライダ9が浮上し、板ばね部27を変形させて、ヘッドスライダ9と記録媒体4との間に一定の空隙を保って磁気ディスク装置の記録再生が

行われる。

[0030] さらに、一端側がピボット軸受部29の穴部29cの内径よりも大きな外径を有するフランジ31aと、他端側がピボット軸受部29の穴部29cの内径よりも小さな外径を有するねじ部31bと、フランジ31aとねじ部31bとの間にピボット軸受部29の穴部29cと嵌合する外径を有する円筒部31cからなる中空つば付き円筒形状の軸受部31を、ピボット軸受部29の穴部29c、ばね固定部材28の半円環形状の内側、板ばね部27の円環状の内側およびボイスコイルホルダ23の穴部23aに貫通させる。また、フランジ31aとは反対側から円筒部31cに嵌合する内径とボイスコイルホルダ23の穴部23aを貫通する外径を有し、ばね固定部材28に当接している部分と略同様な形状を有する半円環形状の突出部32aを設けた中空のカラー32をその突出部32aが軸受部31のフランジ31a側となるようにして軸受部31の円筒部31cに嵌合させて挿入し、突出部32aの上面32bがばね固定部材28に固着された板ばね部27の略環状の平面部分に当接させている。このようにして、カラー32をばね固定部材28とそのばね固定部材28に固着当接している板ばね部27の平面部分とともに軸受部31のフランジ31aとナット33によって挟持し、アクチュエータアーム30、軸受部31、カラー32およびナット33によってアクチュエータ7が一体化構成されている。

[0031] 次に、アクチュエータ7を構成するピボット軸受部29に設けられた一対のピボット29a、29bの位置について説明する。ピボット29aとピボット29bがヘッド支持アーム8の上面に当接するそれぞれの当接点 P_1 と当接点 P_2 を結ぶ線が、図1に示すアクチュエータ7の回動軸5の軸心を通り、かつ、図1に示すアクチュエータ7を構成するヘッド支持アーム8の長手方向の中心線8dに垂直になるように形成されている。なお、当接点 P_1 と当接点 P_2 をアクチュエータ7の回動軸5の軸心に関して互いに対称的な位置にあるように配置して、当接点 P_1 と当接点 P_2 を結ぶ線の中点を回動軸5の軸心に略一致させることが望ましい。このように構成することによって、アクチュエータ7を構成するアクチュエータサブユニット26はピボット29aおよびピボット29bの当接点 P_1 と当接点 P_2 を結ぶ線の周りに記録媒体4の表面に垂直な方向に回動可能となり、板ばね部27の弾性力によって、アクチュエータサブユニット26を構成するヘッド支持アーム8が反時計方向に回動し、ヘッド支持アーム8に搭載されたヘッドスライダ9側が記

録媒体4方向へ付勢されることになる。なお、当接点 P_1 と当接点 P_2 を結ぶ線が、図1に示すアクチュエータ7の回動軸5の軸心を通るように記述したが、何らこれに限ることとはなく、当接点 P_1 と当接点 P_2 を結ぶ線が回動軸5の軸心とヘッド支持アーム8の長手方向の中心線8dによって形成される平面に垂直な線上にあればよい。

[0032] さらに、アクチュエータ7の重心位置をアクチュエータサブユニット26を構成するヘッド支持アーム8の上面に当接するピボット軸受部29のそれぞれの当接点 P_1 および当接点 P_2 を結ぶ線の中点に略一致させるようにバランサ24の質量(重量)を設定して、ボイスコイル部25を構成するボイスコイルホルダ23の一端にバランサ24を固着する。すなわち、アクチュエータ7を構成したとき、アクチュエータ7の重心位置は、アクチュエータ7の回動軸5の軸心に略一致するように構成する。なお、近似的には、アクチュエータサブユニット26の重心位置を上述のように回動軸5の軸心に略一致するようにしてもよく、アクチュエータ7の重心位置とのずれが実用上は問題にはならない程度のものである。また、バランサ24はボイスコイルホルダ23の一端に固着するように記述したが、アクチュエータ7を構成するそれぞれの構成部品の質量(重量)配分によっては、ヘッド支持アームユニット22のヘッドスライダ9側に設けねばならない場合もある。

[0033] アクチュエータ7を上述のように構成することにより、アクチュエータ7を構成するヘッド支持アーム8を剛性の高い材料で形成することができるため、外部からの大きな衝撃等に対する耐衝撃性が向上するとともに、ヘッド支持アーム8の共振周波数を高くすることができる。したがって、従来から問題になっていた振動モードが発生せず、セtring動作の必要がないためにアクチュエータ7を高速で回動および位置決めすることができ、磁気ディスク装置のアクセス速度を向上させることができる。また、弾性手段である板ばね部27は、ヘッド支持アーム8と1つの部材になるように一体に形成されたものではなく、ヘッド支持アーム8とは独立した別個の部材として設けられているため、ヘッドスライダ9へのロード荷重を大きく、柔軟性を高く、さらに構造体の剛性を高くしたい、との相反する要請を、それぞれ別々の構成要素の作用として独立して実現することができる。したがって、アクチュエータ7の設計が簡易になるとともに、その設計の自由度を飛躍的に広げることができる。また、従来のヘッド支持アームのよう

な、非常に精密な板ばね部のフォーミング加工を必要とせず、従来のものと比較して簡易にヘッド支持アームを形成することができ、さらに、板ばね部27の厚み、材質等を単独で設定することができて、板ばね部27の強度およびばね定数を希望する所定の値に設定することが可能になる。

[0034] 磁気ディスク装置の停止時には、アクチュエータ7が回転軸5の周りに回転し、記録媒体4の外側に移動させる、いわゆるロード／アンロード方式(U／UL方式と略記することがある)を用いる。ここで、磁気ディスク装置の停止状態における保持方法について図4から図6を参照しながら説明する。

[0035] 図4、図5および図6において、シャーシまたはほかの筐体に取り付けられたヘッド保持部材であるランプブロック15は、ランプ取付部41の側面から水平方向に突出したランプ部14を有し、ランプ部14の一部が記録媒体4の回転中心(図示せず)の軸心方向において記録媒体4の上側表面との間に隙間を有して重複するように取り付けられている。そして、ランプ部14は、第1の斜面14a、第1の平面14b、第2の斜面14c、ロード側壁面14d、タブ部上部壁面14g、タブ部保持平面14eおよび第3の斜面14h、第1のヘッド移動平面14fからなる上面43を有しており、上述のアクチュエータ7を構成するヘッド支持アーム8のタブ部8aがランプ部14の上面43に当接しながら、アクチュエータ7をガイドする。ここで、上述したタブ部保持平面14eは、既にヘッド保持平面として記述したものと同義とする。以下の説明においてもタブ部保持平面14eとヘッド保持平面とが混在するが同じものとみなしてよい。なお、第3の斜面14hはロード側壁面14dに対してアンロード側壁面ということもできる。

[0036] ランプ部14における第1の平面14bおよびタブ部保持平面14e、第1のヘッド移動平面14fはアクチュエータ7の回転軸5に垂直な平面にそれぞれ略平行な平面である。タブ部保持平面14eに対してアクチュエータ7のローディング側に隣り合うロード側壁面14dはタブ部保持平面14eに対して、約90°の角度を有する壁面であり、タブ部8aの保持位置より高く形成されている。タブ部上部壁面14gはロード側壁面14dに対して90°よりも大きい角度をなしてアンロード側に延出し、タブ部保持平面14eに対向するように形成され、タブ部上部壁面14gは第2の斜面14cとともにロード側突出部20を構成している。タブ部8aに対してタブ部上部壁面14gは、タブ部8aの幅よ

り広く形成されている。

[0037] 磁気ディスク装置に停止指令が入力されると、記録媒体4を回転させた状態のまま、ボイスコイル(図4～図6に図示せず)に電流が供給されてアクチュエータ7を時計方向に回転させ、記録媒体4の外側に移動させる。記録媒体4の外周部近傍において、アクチュエータ7の一端にあるヘッド支持アーム8のタブ部8aは、ランプ部14の第1の斜面14aに当接し、さらに、アクチュエータ7の時計方向への回転により、ランプ部14の第1の斜面14a、第1の平面14b、第2の斜面14cへと順次導かれ、第1のヘッド移動平面14fに飛び移る。次いで、アンロード方向への回転指令が停止すると、タブ部8aは重力荷重により、第3の斜面14hを下方へと導かれて降下し、待避位置である、タブ部保持平面14eへ移動し保持される。なお、記録媒体4の回転は、アクチュエータ7がランプ部14の上面43をガイド中、あるいは、待避位置に導かれた後に停止する。

[0038] ここで、磁気ディスク装置に停止指令が入力されてアクチュエータ7の回転が停止するときのアクチュエータ7のタブ部8aとランプ部14での力の関係について説明する。停止指令が入力されると、ボイスコイル10がアクチュエータ7を時計方向に回転させる。そして、ランプ部14の上面43に当接しながら、アクチュエータ7のタブ部8aは記録媒体4の表面から離反するようにガイドされる。このとき、図1に示したアクチュエータ7を時計方向に回転させるために電流が供給されているボイスコイル10と上側ヨーク12に固着されたマグネット11との間にフレミングの右手の法則による磁気力が働き、ボイスコイル10への電流の方向およびランプ部14の上面にあるタブ部8aを有するアクチュエータ7のボイスコイル10に対向するマグネット11の極性によって、アクチュエータ7のボイスコイル10とマグネット11の間に電磁力が働き、図1および図2に示したピボット軸受部29の接合部となるピボット29a、29bの当接点 P_1 と当接点 P_2 を結ぶ線を支点(支軸)として、この線の周りにアクチュエータ7を回転しようとするトルクが生じ、アクチュエータ7のタブ部8aがランプ部14の上面43を押圧しながら、タブ部8aは上面43によりガイドされることになる。また、電磁力による回転軸5周りの回転トルクにより、アクチュエータ7は時計周りに回転する。そして第2の斜面14cを通過し、ピボット周りのランプに押圧する方向の回転トルクと、アクチュエータ7を構成する板ばね

部27により付加される付勢力によってタブ部8aは第2の斜面14cから落下し、第1のヘッド移動平面14f、または第3の斜面14hに達する。

- [0039] 第1のヘッド移動平面14fに到達した場合は、ボイスコイル10に正の電流を供給し、タブ部8aを第3の斜面14hに沿って滑べらせてタブ部保持平面14eへと導く。一方、第3の斜面14hに落下した場合は、アクチュエータ7の回動を停止するためにボイスコイル10への電流供給を停止した時点において、アクチュエータ7には板ばね部27の付勢力による下方への回動トルクが働き、第3の斜面14hの斜面に沿って下方へ移動しタブ部保持平面14eに入り込む。そして、待避位置においては、アクチュエータ7を構成するヘッド支持アーム8のタブ部8aがタブ部保持平面14eに当接しているとき、アクチュエータ7を構成する板ばね部27により発生した付勢力 F_1 によってタブ部8aがタブ部保持平面14eを押圧することになる。

- [0040] 次に、このように構成されたランプ部14の上面43を摺動するヘッド支持アーム8のタブ部8aの形状について説明する。ランプ部14の第1の斜面14a、第1の平面14b、第2の斜面14c、第1のヘッド移動平面14f、第3の斜面14hを摺動させるために、タブ部8aの外周形状は、少なくとも半周以上の外周にエッジ等の引っかかり部がないようにする必要があり、円筒状、または少なくとも断面の半周以上が部分円月形状を有する円筒状になっていることが望ましい。また、円筒状に限ることはなく、楕円形状またはその他の形状であってもよく、滑らかに変化する曲面を有する形状であればよい。タブ部8aを有するヘッド支持アーム8は通常板状の材料で形成され、図7Aに示すように、ヘッド支持アーム8の先端部をプレス加工等の周知の加工方法によって、その外周を少なくとも半周以上が円筒状になっている部分円月形状になるように加工して、形成してもよい。また、図7Bおよび図7Cに示すように、板状のタブ部8aに外形が部分円月状あるいは円筒状等の形状を有するように樹脂等の材料で一体成形してもよい。しかし、タブ部8aをプレス加工等の周知の加工方法によって、その外周を部分円月形状になるように加工する場合には、図7Aに示すような180°を越える角度の範囲で円月形状になるように曲げ加工を行うためには非常に複雑な工程を必要とし、通常は、図7Dに示すように、180°あるいは180°より若干小さい角度の範囲で部分円月形状になるように曲げ加工された形状となる。なお、ランプ部

14の上面43をタブ部8aが摺動するとき、図7Dに示すエッジ部 e_1 および e_2 がランプ部14の上面43に当接して、滑らかな摺動を妨げることがないように、図7Eに示すように、エッジ部 e_1 および e_2 の近傍において外周部が滑らかな面を有するように、研磨加工あるいはレーザー加工等により、エッジ処理を施すことが望ましい。

[0041] 続いて、磁気ディスク装置の停止時に、磁気ディスク装置が携帯運搬中の振動、あるいは落下、他物との衝突により外部から非常に大きな衝撃を受けた場合について説明する。

[0042] 回転軸5の周りに回転するアクチュエータ7は、磁気ディスク装置に加わる外部からの大きな衝撃によって、直線的加速度と角加速度を受ける。直線的加速度による衝撃力はアクチュエータ7の重心に働き、その衝撃力の大きさはアクチュエータ7の重量に依存する。また、角加速度による衝撃力は回転軸5の中心に偶力として働き、その衝撃力により生ずる偶力の大きさはアクチュエータ7の慣性モーメントに依存する。

[0043] 一方、上述のように、ランプ部14における第1の平面14bおよびタブ部保持平面14eはアクチュエータ7の回転軸5に垂直な平面にそれぞれ略平行な平面であり、タブ部保持平面14eに対してアクチュエータ7のローディング側に隣り合うロード側壁面14dはタブ部保持平面14eに対して、約90度の角度 θ_1 を有する平面上にあり、その高さをタブ部8aの保持位置の高さより大きく形成されて、タブ部上部壁面14gが延出してロード側突出部20が形成されているため、ディスク方向の衝撃に対し、ロード側壁面14dがタブ部8aの動作を規制し、アクチュエータ7のロード側への回転を規制する。また、タブ部8aに対してタブ部上部壁面14gの幅は、タブ部8aの幅より広く設定しているため、上方向の衝撃に対しても、タブ部上部壁面14gがタブ部8aの動作を規制し、アクチュエータ7の回転を規制する。したがって、アクチュエータ7は衝撃に対してほとんど回転しないか、動いたとしてもディスク側に回転することはない。

[0044] また、アクチュエータ7が記録媒体4から離れるような方向の衝撃を受けた場合、ランプ部14の第3の斜面14hがタブ部保持平面14eに対して $(180 - \theta_2)^\circ$ の角度を有するように形成されており、衝撃による角加速度の衝撃力を受けたタブ部8aが第3の斜面14hに当接して、その衝撃力を緩和する。さらに、第3の斜面14hに当接しながらタブ部8aがアクチュエータ7を記録媒体4から離すような方向(斜め右上方向)に

滑べり動いたとしても、シャーシまたは筐体その他の構造部材に設けられたクラッシュストップ17にアクチュエータ7を構成するボイスコイルホルダ23が当接して、アクチュエータ7が記録媒体4から離れるような回動は阻止される。

- [0045] 次に、磁気ディスク装置に動作指令が指示され、動作開始時のロード動作において、待避位置であるタブ部保持平面14eから記録媒体4方向へのアクチュエータ7の移動について説明する。
- [0046] ボイスコイル10に負の電流が供給されると、VCM19によってアクチュエータ7がディスクと反対のアンロード方向に回動されるとともに、ボイスコイル10とマグネット11との間にフレミングの右手の法則による磁気力が働き、マグネット11方向への吸引が行われる。一方、ボイスコイル10に正の電流が供給されると、VCM19によってアクチュエータ7がディスク方向であるロード方向に回動されるとともに、ボイスコイル10とマグネット11との間にフレミングの右手の法則による磁気力が働き、マグネット11方向への反撥動作が行われる。
- [0047] 上記説明では、ボイスコイル10に流れる電流の正、負によりVCM19の回動方向とマグネット11への反撥・吸引を説明したが、ボイスコイル10への電流の方向およびボイスコイル10に対向するマグネット11の極性によって、アクチュエータ7の回動方向およびマグネット11方向への反撥(吸引)方向が決まる。したがって、配置するマグネット11の極性を変更することによっても、ボイスコイル10に供給する電流の正負を変更するのと同様の効果が得られるものである。
- [0048] ボイスコイル10に一定の電流を加えたときのVCM19により発生するアクチュエータ7への回動トルクおよびマグネット11方向とは逆方向への反撥駆動トルクの一例をそれぞれ図8Aおよび図8Bに示す。ただし、図8BはVCM19に正の電流を印加した状態での上向きのトルクを正とした反撥駆動トルクを示している。また、図8Aおよび図8Bは、図1で示した記録媒体4の記録可能領域 R_D の中央位置18に磁気ヘッド(図示せず)が位置するときのアクチュエータ7におけるVCM19の位置を横軸方向の原点とし、その位置からアクチュエータ7の待避位置方向を+側としたVCM19の回転角を横軸としている。また、図9にアクチュエータ7のVCM19のボイスコイル10への駆動電流波形を示す。図9において横軸は時間で縦軸は駆動電流である。

[0049] 磁気ディスク装置に動作指令が指示されると、ボイスコイル10に負の電流が供給され、図8Aに示されるように、VCM19の回転トルクによりアクチュエータ7を記録媒体4の反対の方向(アンロード側)へ回転させる。これと同時に、図8Bに示されるように、アクチュエータ7にVCM19の反撥駆動トルクを与えて、ヘッド支持アーム8のタブ部8aをランプ部14のタブ部保持平面14eから下方に移動させようとする。このとき、VCM19の回転トルクはアクチュエータ7を記録媒体4側の反対の方へ(アンロード側へ)移動させようとする力を生じ、アクチュエータ7を構成するヘッド支持アーム8のタブ部8aにおいて、水平駆動力 F_3 が第3の斜面14hの方向に働く。また、VCM19の反撥駆動トルクはアクチュエータ7を記録媒体4の表面に垂直な方向に、ピボット軸受部29の接合部となるピボット29aおよびピボット29bの当接点 P_1 と当接点 P_2 を結ぶ線の周りに回転しようとするトルクとなり、タブ部8aを下方に押し下げる垂直駆動力 F_4 がタブ部8aに働く。そして、タブ部8aは第3の斜面14hを滑り上がり、第1のヘッド移動平面14fに移動する。

[0050] ボイスコイル10への駆動電流波形を示す図9において、図9中にa、bで示すように負の電流を供給し、タブ部8aが滑り出し、傾斜部である第1の斜面14aを滑り上がるときに負荷増加に対応して駆動電流は負の最大となり、傾斜部である第1の斜面14aから平面部となる第1の平面14bに移動した後、駆動電流をほぼ0まで減少させ(図9中c)、タブ部8aは静止する。次に、ボイスコイル10に正の電流が供給され、図8Aに示されるように、VCM19の回転トルクによりアクチュエータ7を記録媒体4の方向(ロード側)へ回転させる。これと同時に、図8Bに示されるように、アクチュエータ7にVCM19の反撥駆動トルクを与えて、ヘッド支持アーム8のタブ部8aをランプ部14のタブ部保持平面14eから上方に移動させようとする。このとき、VCM19の回転トルクはアクチュエータ7を記録媒体4側の方へ(ロード側へ)移動させようとする力を生じ、アクチュエータ7を構成するヘッド支持アーム8のタブ部8aにおいて、水平駆動力 F_3 が働く。また、VCM19の反撥駆動トルクはアクチュエータ7を記録媒体4の表面に垂直な方向に、ピボット軸受部29の接合部となるピボット29aおよびピボット29bの当接点 P_1 と当接点 P_2 を結ぶ線の周りに回転しようとするトルクとなり、タブ部8aを上方に持ち上げようとする垂直駆動力 F_4 がタブ部8aに働く。

- [0051] 図8Cにアクチュエータ位置と駆動力の作用方向を保持平面からの角度で示す。第1のヘッド移動平面14fにおいては、アクチュエータ位置+26度であり、駆動力の作用方向は、+84度である。図10に上記の F_3 、 F_4 を含めそれぞれ作用する力の関係を示した。
- [0052] 図10においてタブ部8aに働く付勢力 F_1 は平面部に対する押圧力となり、一方、VCM19による垂直駆動力 F_4 はロード側壁面14dからタブ部8aを離反しようとする離反力となる。また、VCM19による水平駆動力 F_3 はタブ部8aを水平に駆動させる力となる。ここで、タブ部8aに作用する2つの駆動力 F_3 と F_4 の合力は F_5 となり、駆動力による力の方向と大きさがわかる。また、付勢力 F_1 と合力 F_5 の合力は F_6 となる。付勢力 F_1 より垂直駆動力 F_4 が大きいとタブ部8aは平面部から離れる。また、駆動力の作用方向は F_6 で示す方向となり、タブ部8aは、平面部から離れた後、ディスク方向に跳躍して駆動されることとなる。なお、第1のヘッド移動平面14fにおけるアクチュエータ位置と駆動力の作用方向に関し、図8Cで求めた上述のアクチュエータ位置+84度で作用する駆動力は、駆動電流により力のベクトル方向は変わらず力の大きさが変化する。したがって、タブ部8aに働く付勢力 F_1 との力の関係で、駆動方向と駆動力が決まり、駆動電流が大きいと、より高く跳躍することになる。
- [0053] 駆動電流波形を示す図9中にdで示すように正のパルス電流により、タブ部8aは跳躍し、図9中にeで示すように正の電流を印加中にタブ部8aは第2の斜面14cに到達する。
- [0054] その後は、図9中にf、g、h、iで示すように電流を通電し、ランプ部14とタブ部8aの接触負荷に応じて、駆動電流を制御することにより、タブ部8aは一定速度で第1の平面14b、第1の斜面14aを経由し、ディスク側(記録媒体4側)にロードされる。
- [0055] したがって、ディスク装置の動作開始時には、一旦ディスクから離れる方向に駆動した後、VCM19を構成するボイスコイル10とマグネット11との間に反撥駆動トルクが発生して、ヘッド支持アーム8をアクチュエータ7の回動軸5の軸心を通り、かつ、ヘッド支持アーム8の長手方向の中心線8dに垂直な線の周りに回動させようとするトルクが働き、ヘッド支持アーム8の先端部にあるタブ部8aを上方に移動させる力が発生するとともに、アクチュエータ7を回動軸5の周りに回動させる力も発生して、第1のヘ

ッド移動平面14fから第2の斜面14cまで、タブ部8aが跳躍し、ディスク上にアクチュエータ7を待避位置から離脱させ、その後、第1の平面14b、第1の斜面14aに沿って摺動し、記録媒体4の表面上の方向へと、容易に移動させることができる。

[0056] 動作開始時のロード動作において、待避位置であるタブ部保持平面14eから記録媒体4方向へのアクチュエータ7の移動においても、タブ部8aがロード側壁面14dに当接しながらロード側壁面14dに沿って記録媒体4側に滑べろうとする。このとき、アクチュエータ7を構成するヘッド支持アーム8のタブ部8aの断面形状が上述の図7Dに示すような180°あるいは180°より若干小さい角度の範囲で部分円月状になるように曲げ加工された形状である場合には、ロード側壁面にエッジ部がかからないようにe1、e2で示した面取り加工を施すとよい。

[0057] なお、図8Bから理解できるように、アクチュエータ7が待避位置近傍にあるときの反撥駆動トルクは大きい、記録媒体4の記録可能領域R_D上を移動しているときの反撥駆動トルクは非常に小さくなり、磁気ディスク装置の記録再生動作には何ら悪い影響を与えるものではない。

[0058] 磁気ディスク装置を上述のようなアクチュエータ7、VCM19およびランプブロック15によって構成することによって、磁気ディスク装置の停止(非動作)時に外部からの大きな衝撃を受けても、アクチュエータ7を構成するヘッドスライダ9が配設されたヘッド支持アーム8のタブ部8aが、その待避位置であるランプ部14のタブ部保持平面14eから離脱することはない。また、磁気ディスク装置の動作時には、VCM19のボイスコイル10が設けられたアクチュエータ7に対して記録媒体4とは反対側にマグネット11を設けてボイスコイル10に対向させる構成とすることにより、タブ部8aがランプ部14のタブ部保持平面14eから容易に離脱して、記録媒体4の表面上にヘッドスライダ9が対向するようにアクチュエータ7を回動させ、磁気ディスク装置を記録再生動作させることができる。

[0059] なお、タブ部上部壁面14gはタブ部8aの少なくとも一部がかかれば、上方向への衝撃に対して有効であり、タブ部上部壁面14gはタブ部8aの一部がかかる幅としてもよい。

[0060] なお、上記の説明においては、アクチュエータ7を待避位置にガイドするランプ部1

4を有するランプブロック15を記録媒体4の外周部近傍に設けた構成を例に挙げているが、本発明の実施の形態1におけるディスク装置においては、何らこれに限ることではなく、図11、図12に示すように、記録媒体4を回転させるスピンドルモータが軸固定型の場合におけるスピンドルモータの固定軸に取り付けたり、あるいは、装置の筐体やカバー等の構造部材に取り付けたりして、記録媒体4の記録可能領域の内側、すなわち記録媒体4の回転中心1近傍に上記のランプブロック15に相当するアクチュエータ7の待避位置103を設け、別のマグネット105をボイスコイル10が設けられたアクチュエータ7に関して記録媒体4側に設けて、別のマグネット105に対向させて別のボイスコイル104を設けてVCMを構成することもできる。このような構成について、以下に簡単に説明する。なお、図11、図12において、図1、図2と対応する同じ要素については同一符号を付している。ただし、この場合、ランプ部14の第1の斜面14a、第1の平面14b、第2の斜面14cおよびロード側壁面14dは、タブ部保持平面14eに対し記録媒体4の記録可能領域側(ロード側)に設けられ、第3の斜面14hおよび第1のヘッド移動平面14fはタブ部保持平面14eに対して記録媒体4の回転中心1側(すなわち、この場合には記録可能領域の反対側、すなわちアンロード側)に設けられた構成となり、マグネットの配設位置をボイスコイル10が設けられたアクチュエータ7に関して記録媒体4側に設けて、ボイスコイル10に対向させた構成とする必要がある。

- [0061] 図11において、アクチュエータ7はアクチュエータサブユニット26、回転軸5およびVCM119から構成されている。そして、アクチュエータ7が備えるアクチュエータサブユニット26は、ベアリングを有する回転軸5を中心として回転自在に軸支されており、回転駆動手段であるVCM119を駆動することにより、記録媒体4の所定のトラック位置に位置決めできる。なお、回転駆動手段としては、図11に示したようなVCM119を用いることができるが、記録媒体4面に水平な方向のヘッド支持アーム108の回転を担っている。また、記録媒体4は回転駆動手段により回転軸102の周りに所定の回転数で回転が可能である。この回転駆動手段としては、例えばスピンドルモータを用いることができる。筐体101はこれらを所定の位置関係に保持するとともに、図示しない蓋体とにより密封して、外部の腐食性ガスやゴミにより記録媒体4やヘッドが劣化する

ることを防止している。これらの構成は図1に示した磁気ディスク装置と同様である。

[0062] 次に図12を用いて、図11に示した磁気ディスク装置が備えるアクチュエータサブユニット26およびアクチュエータ7の構成を説明する。

[0063] 図12において、弾性部材からなる板ばね部127、ヘッド支持アーム108およびアームプレート107は1枚の板材を加工して形成されている。板ばね部127はヘッド支持アーム108の両側に設けられており、これらは端部でアームプレート107の延長部107aと接続されている。また、板ばね部127は、ヘッド支持アーム108の端部109側とも接続されている。この板ばね部127とアームプレート107の延長部107aとは、ベースアーム106とそれぞれUおよびWで示す位置で、例えばレーザー溶接されて固着される。また、図12には示していないが、ヘッドスライダ9とは反対側に回転軸5を通す穴部を有するボイスコイルホルダにボイスコイルが固着されたボイスコイル部が備わり、上側ヨーク、下側ヨークおよびマグネット(図示せず)等とともに、図11に示す回転駆動手段であるVCM119が構成される。なお、図11に示した磁気ディスク装置には、回転軸5の部分にピボット軸受部がなく、次に示すように回転軸5からヘッドスライダ9側に位置してピボット軸受部129が設けられている。

[0064] ベースアーム106は一对のピボット129a、129bからなるピボット軸受部129が設けられており、このピボット軸受部129により記録媒体の垂直方向に軸支する回転軸受部が構成されている。ヘッド支持アーム108は回転軸受部であるピボット軸受部129と当接し、板ばね部127を介して弾性的に保持されており、記録媒体4の表面に垂直方向のみ回転可能である。なお、回転軸受部であるピボット軸受部129の一对のピボット129a、129bは図12に示すように、ヘッド支持アーム108の2個所の当接点 P_1 、 P_2 で当接している。したがって、板ばね部127の弾性力により、ヘッド支持アーム108に備わるヘッドスライダ9が固定された一端側が記録媒体4の表面方向(図1に示す中心線10aの方向)へ付勢され、このとき当接点 P_1 、 P_2 には圧縮応力が発生する。この当接点 P_1 、 P_2 同士を結ぶ線が記録媒体4の表面に垂直な方向への回転軸となる。

[0065] また、ヘッド支持アーム108には、回転軸受部を基準として、ヘッドスライダ9が固着された一端とは反対側の端部109で、かつ反対側の面に別のマグネット105が固着

され、この別のマグネット105に対向させて別のボイスコイル104が設けられて別のVCM119を構成している。この別のVCM119により、ヘッド支持アーム108の一端に備わるヘッドスライダ9の記録媒体4の表面に垂直な方向の回動が制御される。なお、回動軸受部であるピボット軸受部129の各ピボット129a、129bは、図12に示すようにヘッド支持アーム108の長手方向の中心線10aに対して直角な線上で、かつ、この中心線10aに対して対称な位置に配置されている。したがって、磁気ディスク装置の動作時、つまり記録媒体4に対してヘッドスライダ9が浮上している状態でのヘッドスライダ9への付勢力は、ピボット軸受部129の各ピボット129a、129bによるヘッド支持アーム108に対する圧縮応力によって生じるが、板ばね部127の弾性による付勢力は、別のマグネット105に対向させて別のボイスコイル104を設けて構成されたVCMの駆動力とバランスするように制御される。

[0066] なお、図11に示した記録媒体4の記録可能領域の内側、すなわち記録媒体4の回転中心1近傍に設けたアクチュエータ7の待避位置103(図1、図4に示すランプブロック15に相当する)については、その構造、構成等が図1～図10で説明した内容と本質的に類似しているため、重複を避けるため省略する。

[0067] なお、上述の本発明の実施の形態においては、図2、図3に示したように第1の軸受となる軸受部31の第1の回動軸である回動軸5と、第2の軸受となるピボット軸受部29の接合部となるピボット29a、29bによる第2の回動軸である当接点 P_1 、 P_2 を通る線とが直接直交する構成により説明したが、本発明の実施の形態はこの構成に限定されるものではない。例えば、一端が第1の軸受となる軸受部31に固着されるベースアームを設け、そのベースアームの他端側に第2の軸受となるピボット軸受部129の接合部を配設し、ベースアームの他端とヘッド支持アーム8を板ばね部27で固着すれば、第1の回動軸から離れた位置に第2の回動軸を設ける構成が可能になる。この場合は、図2、図3を用いて説明した第1の回動軸と第2の回動軸が直交する構成とは異なり、第1の回動軸を有する面と第2の回動軸を有する面が直交する構成になる。図13はこのような構成の例であって、図13Aは本発明の実施の形態における磁気ディスク装置が備えるアクチュエータの別の構成を示す側面図であり、図13Bは図13Aに示したアクチュエータの部分斜視図である。図13において、図2、図3と対応す

る同じ要素については同一符号を付している。

[0068] 以下、図13に示した第1の回転軸と第2の回転軸が直接直交していない構成の例について簡単に説明する。図13において、一方の端部にタブ部8aを有するヘッド支持アーム8に、ヘッドスライダ9の中心部分近傍に当接するようにデインプル8cをヘッド支持アーム8の下面に設けて、ジンバル機構21を介して磁気ヘッド(図示せず)を搭載したヘッドスライダ9を配設して、ヘッド支持アームユニット22を構成している。なお、ジンバル機構21に関しては、既に図2、図3に示した構成において説明しているので重複を避けるため省略する。

[0069] 一方、断面が略Z字状に2段に折り曲げられた弾性手段である板ばね部27の一端がヘッド支持アーム8の他端側上面で、また、ピボット軸受を構成する第1のベースアーム201の下面に固着され、ヘッド支持アーム8とピボット軸受を構成する第1のベースアーム201とは弾性的に接続されている。そして、ピボット軸受を構成する第1のベースアーム201の板ばね部27近傍下面には一対のピボット29a、29bが形成されている。一対のピボット29a、29bはピボット軸受部29の接合部となり、ヘッド支持アーム8の上面とそれぞれ当接点 P_1 、 P_2 で当接し、当接点 P_1 、 P_2 を支点としてヘッド支持アーム8のタブ部8a側を下方に押し下げるように板ばね部27が作用する。ピボット軸受を構成する第1のベースアーム201は、板ばね部27の接合部とは反対側に形成された第2のベースアーム202と一体化するための、例えば中空円筒形状の突起部等からなる結合部203と固着結合されている。また、ヘッドスライダ9が配設されたヘッド支持アームユニット22の重心がヘッド支持アーム8の上面に当接するピボット軸受部29の接合部のそれぞれの当接点 P_1 、 P_2 を結ぶ線の中点に略一致するようにバランス204の質量(重量)を設定して、ヘッド支持アーム8の一端にバランス204を固着している。さらに、ボイスコイル10が取り付けられたボイスコイルホルダ23が、第2のベースアーム202の他端に固着されてボイスコイル部25を構成している。

[0070] 上記説明した部材、すなわち、ヘッド支持アームユニット22を構成するヘッド支持アーム8と、ピボット軸受部29の接合部となる一対のピボット29a、29bを備え、ヘッド支持アーム8と板ばね部27で接続されたピボット軸受を構成する第1のベースアーム201と、ピボット軸受を構成する第1のベースアーム201に結合された第2のベースア

ーム202と、第2のベースアーム202に固着したボイスコイル部25とによりアクチュエータ226が構成されている。なお、第2のベースアーム202とボイスコイル部25は別部材として記述したが、これらを一体化した1つのユニットとしてもよい。

[0071] 上述のヘッドスライダ9が記録媒体4の表面を押圧する押圧力は、板ばね部27の材質、厚み、一对のピボット29a、29bのそれぞれの当接点 P_1 、 P_2 までの高さ、ヘッド支持アーム8と板ばね部27の接続部あるいは固着部の位置によって任意に設定することができる。例えば、板ばね部27を剛性の高い材料で、厚く形成することにより大きな付勢力を印加することができる。あるいは、一对のピボット29a、29bの頂点の高さを高くしても、大きな付勢力を印加することもできる。

[0072] 次に、上述のバランサ204について説明する。ピボット軸受を構成する第1のベースアーム201に設けられた一对のピボット29a、29bのそれぞれの当接点 P_1 、 P_2 を結ぶ第2の回転軸を基準として、ヘッドスライダ9の重心までの距離を L_1 、バランサ204の重心までの距離を L_2 とし、ヘッドスライダ9の質量を M_1 、バランサ204の質量を M_2 、ヘッド支持アーム8の回転する部分の質量とフレクシャ221の質量を加算した合計質量を M_3 、ヘッド支持アーム8の回転部分およびフレクシャ221の加算された合計質量が働く重心までの距離を L_3 とした場合、以下に示す(式1)

$$L_1 \times M_1 + L_3 \times M_3 = L_2 \times M_2 \quad \cdots (式1)$$

を満たすように、バランサ204の質量 M_2 を設定すればよい。

[0073] このように、アクチュエータサブユニット207におけるヘッドスライダ9、フレクシャ221、ヘッド支持アーム8の回転部分およびバランサ204のそれぞれの重心を設定すると、衝撃力が作用してもヘッドスライダ9が記録媒体4に衝突することを防止できる。例えば、図13においてQで示す方向に衝撃力が作用したとする。ヘッドスライダ9には、質量 M_1 に比例した衝撃力 F_1 が作用する。バランサ204には、質量 M_2 に比例した衝撃力 F_2 が作用する。また、ヘッド支持アーム8の回転部分およびフレクシャ221には、その合計質量 M_3 に比例した衝撃力 F_3 が作用する。

[0074] アクチュエータサブユニット207は、(式1)を満足するように設定されているので、これらの衝撃力に対しても、以下に(式2)

$$L_1 \times F_1 + L_3 \times F_3 = L_2 \times F_2 \quad \cdots (式2)$$

で示すような関係が成り立つ。この結果、外部からの衝撃を受けても、アクチュエータサブユニット207にはピボット軸受部29を構成する第1のベースアーム201の一对のピボット29a、29bのそれぞれの当接点 P_1 、 P_2 を結ぶ第2の回動軸周りに回転する力が生じない。したがって、ヘッドスライダ9が記録媒体4表面に衝突して、ヘッドスライダ9に搭載された磁気ヘッド(図示せず)や記録媒体4に損傷が生じることを防止できる。すなわち、アクチュエータサブユニット207の重心が、ヘッド支持アーム8とピボット軸受部29を構成する第1のベースアーム201の一对のピボット29a、29bのそれぞれの当接点 P_1 、 P_2 を結ぶ線上の中点P(図示せず)と実質的に同じ位置となるように設計すれば、外部からの衝撃等に対して、振動の少ない、安定したアクチュエータサブユニット207を構成するアクチュエータ226を実現することができる。なお、アクチュエータサブユニット207の重心位置が上述の中点Pに一致する場合が最も耐衝撃性の大きいアクチュエータサブユニット207を実現することができるが、ピボット軸受部29を構成する第1のベースアーム201の一对のピボット29a、29bのそれぞれの当接点 P_1 、 P_2 を結ぶ線上であれば、中点Pからずれても実用上十分な耐衝撃性を有するアクチュエータサブユニット207を実現することができる。

[0075] また、アクチュエータサブユニット207とピボット軸受部29を構成する第1のベースアーム201の一对のピボット29a、29bのそれぞれの当接点 P_1 、 P_2 との間に作用する力を F_8 とすると、次に示す(式3)

$$F_5 + F_6 + F_7 > F_8 \quad \cdots (式3)$$

の関係を満たせば、第1のベースアーム201の2個のピボット29a、29bとアクチュエータサブユニット207は離間することになる。しかし、次に示す(式4)

$$F_5 + F_6 + F_7 \leq F_8 \quad \cdots (式4)$$

の関係を満たせば、ピボット軸受部29を構成する第1のベースアーム201の2個のピボット29a、29bとアクチュエータサブユニット207とは離間することはない。このような条件を満足する力 F_8 は、ヘッド支持アーム8の板ばね部27により生じる回転モーメントから発生する内部応力により生じるが、この力は上述のように任意に設定可能である。したがって、衝撃力を受けてもピボット軸受部29を構成する第1のベースアーム201の2個のピボット29a、29bとアクチュエータサブユニット207とが離間しないように

することも容易である。

[0076] さらに、図13においてRで示す方向、すなわち記録媒体4の表面に平行な方向における衝撃力に対しても、ピボット軸受部29を構成する第1のベースアーム201の2個のピボット29a、29bのそれぞれの当接点 P_1 と当接点 P_2 を結ぶ第2の回動軸にアクチュエータサブユニット207の重心を一致させる構成とすれば、アクチュエータサブユニット207には回転モーメントが発生しないのでヘッドスライダ9が記録媒体4に衝突することを抑止することができる。

[0077] したがって、磁気ディスク装置の動作時、ヘッド支持アームユニット22にフレクシャ21を介して取り付けられたヘッドスライダ9が記録媒体4の表面に対して浮上しているときのヘッドスライダ9のロード荷重は、ピボット軸受部29の接合部の一对のピボット29a、29bのそれぞれの当接点 P_1 、 P_2 におけるヘッド支持アームユニット22に対する板ばね部27の変形による反力としての記録媒体4方向への圧縮応力によって生じることになり、ヘッドスライダ9にかかる記録媒体4方向の付勢力とその逆方向の浮揚力との関係によってヘッドスライダ9が浮上し、板ばね部27を変形させて、ヘッドスライダ9と記録媒体4との間に一定の空隙を保って磁気ディスク装置の記録再生が行われることは前述した図2、図3の場合と変わらない。

[0078] 次に、ピボット軸受部29の接合部に設けられた一对のピボット29a、29bの位置について、今一度説明する。ピボット29aとピボット29bがヘッド支持アーム8の上面に当接するそれぞれの当接点 P_1 と当接点 P_2 を結ぶ線が、ヘッド支持アーム8の長手方向の中心線8dに垂直になるように形成されており、かつ、ヘッド支持アーム8の長手方向の中心線8dが軸受部31の第1の回動軸の軸心に垂直になるように形成されている。このように構成することによって、アクチュエータサブユニット207是一对のピボット29a、29bのそれぞれの当接点 P_1 、 P_2 を結ぶ線の周りに記録媒体4の表面に垂直な方向に回動可能となり、板ばね部27の弾性力によって、アクチュエータサブユニット207を構成するヘッド支持アーム8が反時計方向に回動し、ヘッド支持アーム8に搭載されたヘッドスライダ9側が記録媒体4方向へ付勢されることになる。なお、当接点 P_1 と当接点 P_2 を結ぶ線は、軸受部31の第1の回動軸の軸心とヘッド支持アーム8の長手方向の中心線8dによって形成される平面に垂直な線上にあればよく、当接

点 P_1 と当接点 P_2 を中心線8dに関して互いに対称的な位置にあるように配置させることが望ましい。

[0079] なお、図13を用いて説明したアクチュエータ226には、アンロード動作においてアクチュエータ226をガイドして、タブ部8aを待避位置に導くためのランプ部、および衝撃等の外部要因により緊急停止指令が入った場合に、アクチュエータ226の過度の回動抑制のためのボイスコイル部25のボイスコイルホルダ23を衝突させるクラッシュストップが示されていないが、本発明の実施の形態における磁気ディスク装置においては、第1の軸受(軸受部31)と第2の軸受(ピボット軸受部)が分離したアクチュエータ226であっても、図1および図4から図7に示したランプ部、クラッシュストップをそのまま適応させることができる。それ故、ここでは重複を避けるため、ランプ部、クラッシュストップの構成、動作についての説明は省略する。

[0080] また、図13に示したアクチュエータ226においては、ピボット軸受部29を構成する第1のベースアーム201と第2のベースアーム202とにベースアームを分け、結合部203で固着結合させる構成としているが、このような構成例だけでなく、例えば、ピボット軸受部29を構成する第1のベースアーム201の結合部203の穴部を軸受部31に嵌合させて、ピボット軸受部29を構成する第1のベースアーム201と第2のベースアーム202を一体化したベースアームとする構成も可能である。

[0081] また、上述の図13に示した例においては、ピボット軸受部29の一对のピボット29a、29bがヘッド支持アーム8の上面にそれぞれの当接点 P_1 と当接点 P_2 で当接する構成になっているが、図14に示すように、一对のピボット29a、29bをヘッド支持アーム8の方に形成し、第1のベースアーム201の下面とそれぞれの当接点 P_1 と当接点 P_2 で当接する構成であってもよい。なお、図14Aはピボット29a、29bをヘッド支持アーム8の方に形成した構成の例となる本発明の実施の形態における磁気ディスク装置に備わるアクチュエータのほかの構成を示す部分側面図であり、図14Bは図14Aに示したアクチュエータの分解斜視図である。図14において、図13と対応する同じ要素については同一符号を付している。

[0082] 図14Aにおいては、第2のベースアーム202、軸受部31およびボイスコイル部25を省略していること、また、第2の軸受となるピボット軸受部29の一对のピボット29a、

29bを一方の端部にタブ部8aを有するヘッド支持アーム8の他端側に形成し、かつ、第1のベースアーム201の下面と一对のピボット29a、29bが当接点 P_1 と当接点 P_2 で当接している構成のみが、図13Aに示したアクチュエータ226の構成とは異なっている。そのほかの構成および動作方法等は図13Aに示したアクチュエータ226と同じであり、重複を避けるため説明を省略する。

[0083] また、上記の説明においては、ピボット29a、29bの形状について言及しなかったが、円錐、多角錐、半球、半楕円体等のように第1のベースアーム201、またはヘッド支持アーム8と当接点で当接する形状であればよい。また、いわゆるかまぼこ形状である半円柱や半楕円柱のほか、多面体の稜線を利用して線で当接させることも可能である。図14Bには、半円柱を利用したピボット29a、29bの例を示している。

[0084] さらに、本発明の実施の形態においては、ピボットをヘッド支持アーム8の方に形成した構成は、図14に示した構成のほかに、図1、図2、図3に示したように第1の回転軸と第2の回転軸を一体化して一体化回転軸受とする構成に適應することも当然可能である。

[0085] なお、図14に示した構成においても、アンロード動作においてアクチュエータをガイドして、タブ部8aを待避位置に導くためのランプ部、および衝撃等の外部要因により緊急停止指令が入った場合に、アクチュエータの過度の回転抑制のためのボイスコイル部のボイスコイルホルダ(図示せず)を衝突させるクラッシュストップが示されていないが、本発明の実施の形態における磁気ディスク装置においては、ピボット軸受部29の一对のピボット29a、29bが一方の端部にタブ部8aを有するヘッド支持アーム8の他端側に形成し、かつ、第1のベースアーム201の下面と一对のピボット29a、29bが当接点 P_1 と当接点 P_2 で当接している構成を有するアクチュエータであっても、図1および図4から図7に示したランプ部、クラッシュストップをそのまま適應させることができることは当然である。

[0086] 以上説明したように本発明の実施の形態1によれば、アクチュエータの設計の自由度を飛躍的に拡大し、アクチュエータを構成するヘッド支持アームを剛性の高い材料で形成して、外部からの大きな衝撃等に対する耐衝撃性を向上させるとともに、アクチュエータに組み込まれたヘッドスライダに対するロード荷重を大きくすることがで

き、ディスク装置の動作中における外部からの振動あるいは衝撃に対して高い耐衝撃性を有し、また、ヘッド支持アームの共振周波数を高くすることができ、さらに、アクチュエータを高速で回転および位置決めすることができ、高速化されたアクセス速度を有する優れたアクチュエータを実現することが可能である。また、磁気ディスク装置の停止時(非動作時)、すなわち、アクチュエータが待避位置に保持されているときに、ロード側壁面がヘッド保持平面となす角度を 90° 以下とし、タブ部上部壁面14gと記したヘッド上部壁面を設けることにより、外部からの大きな衝撃に対して、ディスク側にアクチュエータが移動することを防止する。

[0087] 一方、逆方向の衝撃に対しては、上記のランプ部のロード側壁面あるいはクラッシュストップがアクチュエータを構成するヘッド支持アームのタブ部の移動を阻止し、アクチュエータの待避位置となるランプ部のヘッド保持平面上にタブ部を保持することができるので、簡単な構成でアクチュエータを待避位置に保持可能な耐衝撃性の高い優れたディスク装置を実現できる。

[0088] (実施の形態2)

図15は、本発明の実施の形態2におけるディスク装置に備わるアクチュエータの待避位置であるランプ部のヘッド保持平面近傍を示す部分拡大断面図である。以下、本発明の実施の形態2におけるディスク装置のランプ部へのアクチュエータの保持方法について説明する。本発明の実施の形態2におけるディスク装置に備わるアクチュエータの構成は、図1から図4に示した実施の形態1における構成とほぼ同じであり、説明にはこれらの図面も参照する。また、図15では、重複を避けるため、同じ構成要素には同じ符号を付している。

[0089] 図4および図15において、シャーシまたはほかの筐体に取り付けられたヘッド保持部材であるランプブロック15は、ランプ取付部41の側面からロード側水平方向に突出したランプ部14を有し、ランプ部14の一部が記録媒体4の回転中心(図示せず)の軸心方向において記録媒体4の上側表面との間に隙間を有して重複するように取り付けられている。そして、ランプ部14は、第1の斜面14a、第1の平面14b、第2の斜面14c、タブ部上部壁面14g、ロード側壁面14d、タブ部保持平面14eおよびアンロード側壁面14jからなる面を有しており、上述のアクチュエータ7を構成するヘッド支

持アーム8のタブ部8aがランプ部14の上面43に当接しながら、アクチュエータ7をガイドする。

- [0090] また、タブ部保持平面14eとロード側壁面14dとは、それぞれの交わる部分においてタブ部8aの部分円月状形状の曲率半径 r_0 (図7D参照)と略同じ大きさの曲率半径 r_2 を有する曲面となるようにタブ部保持平面14eとロード側壁面14dを繋いでいる。さらに、アンロード側壁面14jとタブ部保持平面14eとの間も、曲率半径 r_0 と略同じ大きさの曲率半径 r_1 を有する面で連結されている。
- [0091] ランプ部14における第1の平面14bおよびタブ部保持平面14eはアクチュエータ7の回転軸に垂直な平面にそれぞれ略平行な平面である。タブ部保持平面14eに対してアクチュエータ7のローディング側に隣り合うロード側壁面14dはタブ部保持平面14eに対して、約 100° の角度 θ_3 を有する平面からなり、タブ部8aにおける回転軸の軸心方向の高さより少なくとも大きい高さを有して、タブ幅の約 $1/2$ の幅を有するタブ部上部壁面14gに隣接するように形成されている。本発明の実施の形態2におけるディスク装置に備わるランプ部14においても、第2の斜面14cとタブ部上部壁面14gとにより、ロード側突出部20が形成されることになる。なお、アンロード側壁面14jはタブ部保持平面14eに対して、 90° よりも小さい角度 θ_4 を有するとしている。
- [0092] また、回転軸の周りに回転するアクチュエータ7は、磁気ディスク装置に加わる外部からの衝撃によって、直線的加速度と角加速度を受ける。アクチュエータ7の重心に働き、その大きさがアクチュエータ7の重量に依存する直線的加速度による衝撃力の方向は、ロード側壁面14d方向であれば、ロード側壁面14dはタブ部保持平面14eとローディング側に約 100° の角度 θ_2 を有するため、ディスク(記録媒体4)側(ロード方向側)に動くことはなく、タブ部8aが記録媒体4側まで移動することはない。
- [0093] また、アクチュエータ7の上方向の衝撃に対しても、タブ部上部壁面14g(すなわち、ロード側突出部20)にタブ部8aの一部が接触し、保持される。したがって、衝撃に対してアクチュエータ7が記録媒体4側に回転し、ヘッドスライダ9が記録媒体4上に飛び出すことを防止できる。
- [0094] アクチュエータ7が記録媒体4から離れる方向(アンロード方向)の衝撃を受けて、記録媒体4から離れる方向側にアクチュエータ7に備わるヘッド支持アーム8のタブ

部8aがアンロード側壁面14j上を滑べろうとしたとき、アクチュエータ7を構成するヘッド支持アーム8のタブ部8aの断面形状が上述の図7Dに示すような部分円月状形状になる曲げ加工された形状である場合には、タブ部保持平面14eに対するアンロード側壁面14j、およびタブ部保持平面14eに対するロード側壁面14dの交わる部分において、タブ部8aの部分円月状形状の外形形状の曲率半径 r_0 (図7D参照)と略同じかまたは大きな曲率半径 r_1 を有するようにタブ部保持平面14eとアンロード側壁面14jを繋ぐような形状としてもよい。このように曲率を有する面で繋がれた形状とすることによって、タブ部8aとランプ部14の上面43との接触面が拡大し、タブ部8aの押圧による接触応力が低下し、したがって、ランプ部14の摩耗を低減することができる。また、アクチュエータ7の回転軸の回転中心に垂直な方向のタブ部保持平面14eの幅 b_1 は、同じ方向におけるタブ部8aの幅 b_0 (図7D参照)と略同じかまたはそれよりも大きい幅を有するように形成されていることが望ましい。

- [0095] さらに、図15に示すように、タブ部保持平面14eとロード側壁面14dとの交点において、タブ部8aの部分円月状形状の曲率半径 r_0 (図7D参照)と略同じ大きさの曲率半径 r_2 を有する曲線で形成された曲面となるようにタブ部保持平面14eとロード側壁面14dを繋ぐような形状としてもよい。
- [0096] なお、上述した本発明の実施の形態2におけるディスク装置では、アクチュエータ7を構成するボイスコイル10およびマグネット11からなるVCM19や、また、接合部となる一对のピボット29a、29bを有するピボット軸受部29等の説明を省略したが、実施の形態1におけるディスク装置の構成をほぼ同様に適応させることができる。
- [0097] 以上説明したように本発明の実施の形態2により、アクチュエータの設計の自由度を飛躍的に拡大し、アクチュエータを構成するヘッド支持アームを剛性の高い材料で形成して、外部からの大きな衝撃等に対する耐衝撃性を向上させるとともに、アクチュエータに組み込まれたヘッドスライダに対するロード荷重を大きくすることができ、ディスク装置の動作中における外部からの振動あるいは衝撃に対して高い耐衝撃性を有し、また、ヘッド支持アームの共振周波数を高くすることができ、さらに、アクチュエータを高速で回転および位置決めすることができ、高速化されたアクセス速度を有する優れたアクチュエータを実現することが可能である。また、磁気ディスク装置の停

止時(非動作時)、すなわち、アクチュエータが待避位置に保持されているときに、ロード側壁面がヘッド保持平面となす角度を 90° 以上としても、タブ部上部壁面と記したヘッド上部壁面を設けることにより、外部からの大きな衝撃に対して、ディスク側にアクチュエータが移動することを防止することが可能になり、さらに、アクチュエータの待避位置となるランプ部のヘッド保持平面上にタブ部を保持することができるので、簡単な構成でアクチュエータを待避位置に保持可能な耐衝撃性の高い優れたディスク装置を実現できる。

[0098] (実施の形態3)

次に、本発明の実施の形態3におけるディスク装置のランプ部へのアクチュエータの保持方法について説明する。本発明の実施の形態3におけるディスク装置に備わるアクチュエータの構成は、実施の形態1において図1から図4に示した構成とほぼ同じであり、これらの図面とともに図16、図17を参照しながら説明する。図16は図5と同様に本発明の実施の形態3におけるディスク装置のランプ部および記録媒体を示す断面図であり、図17は本発明の実施の形態3におけるディスク装置の駆動時にVCMに加える駆動電流を表す図である。

[0099] 図4、図16において、シャーシまたはほかの筐体に取り付けられたヘッド保持部材であるランプブロック15は、ランプ取付部41の側面から水平方向に突出したランプ部14を有し、ランプ部14の一部が記録媒体4の回転中心(図示せず)の軸心方向において記録媒体4の上側表面との間に隙間を有して重複するように取り付けられている。

[0100] そして、ランプ部14は、第1の斜面14a、第1の平面14b、第2の斜面14c、ロード側壁面14d、タブ部保持平面14eおよびアンロード側壁面14jからなる面を有しており、上述のアクチュエータ7を構成するヘッド支持アーム8のタブ部8aがランプ部14の上面43に当接しながら、アクチュエータ7をガイドする。

[0101] ランプ部14における第1の平面14bおよびタブ部保持平面14eはアクチュエータ7の回転軸に垂直な平面にそれぞれ略平行な平面である。タブ部保持平面14eに対してアクチュエータ7のローディング側に隣り合うロード側壁面14dはタブ部保持平面14eに対して、 90° よりも小さい角度 θ_5 を有する平面からなり、タブ部8aにおける回

動軸の軸心方向の高さより少なくとも大きい高さを有して形成されている。本発明の実施の形態3におけるディスク装置に備わるランプ部14においては、第2の斜面14cとロード側壁面14dとにより、ロード側突出部20が形成されることになる。

- [0102] また、磁気ディスク装置に加わる外部からの衝撃によって、回転軸の周りに回転するアクチュエータ7は直線的加速度と角加速度を受ける。このとき、アクチュエータ7の重心に働き、その大きさがアクチュエータ7の重量に依存する直線的加速度による衝撃力の方向は、ロード側壁面14d方向であれば、 90° より小さい角度 θ_5 を有するため、ディスク(記録媒体4)側(ロード方向側)にタブ部8aが動くことはない。また、上方向の衝撃に対しても、ロード側壁面14d(すなわち、ロード側突出部20)にタブ部8aの一部が接触し、保持される。したがって、衝撃に対してアクチュエータ7が記録媒体4側に回転し、ヘッドスライダ9が記録媒体4上に飛び出すことを防止できる。
- [0103] 本発明の実施の形態3におけるアクチュエータ7の駆動動作について図17に示した駆動電流に基づき説明する。ロード動作については、本発明の実施の形態1におけるディスク装置に備わるランプ部14の場合と同じであるので、重複を避けるため省略し、アクチュエータ7のタブ部8aがタブ部保持平面14eに保持されて静止状態にあり、ロード動作を開始するときから説明する。
- [0104] 図17において、図中a、bで示すように、VCMのボイスコイルに一旦負の電流を供給し、タブ部8aを時計方向に回転させると(図16中でタブ部8aはタブ部保持平面14e上を右に移動)、タブ部8aが滑り出し、摩擦による接触負荷の増加に対応して駆動電流は負の最大となるが、慣性により移動するので駆動電流をほぼ0まで減少させると、タブ部8aはタブ部保持平面14e上をアンロード側壁面14jの位置まで到達せずに、静止する(図17中c)。
- [0105] その後、図17中にパルス部dで示す状態では逆に正のパルス電流を供給することによりタブ部8aは跳躍し、さらに、図中にeで示すように正の一定駆動電流を供給することによりタブ部8aがロード側壁面14dを飛び越えて第2の斜面14cに到達する。引き続き、図17中にf、g、h、iで示すように電流を通電し、ランプ部14とタブ部8aの接触負荷に応じて、駆動電流を制御することにより、タブ部8aは一定速度で第1の平面14bから第1の斜面14aを経由し、記録媒体4側にロードされる。

[0106] なお、上述した本発明の実施の形態3におけるディスク装置では、アクチュエータ7を構成するボイスコイル10、マグネット11からなるVCM19や、また、接合部となる一対のピボット29a、29bを有するピボット軸受部29等の説明を実施の形態2の説明と同様に省略したが、前述した実施の形態1におけるディスク装置の構成をほぼ同様に適応させることができる。

[0107] 以上説明したように本発明の実施の形態3により、アクチュエータの設計の自由度を飛躍的に拡大し、アクチュエータを構成するヘッド支持アームを剛性の高い材料で形成して、外部からの大きな衝撃等に対する耐衝撃性を向上させるとともに、アクチュエータに組み込まれたヘッドスライダに対するロード荷重を大きくすることができ、ディスク装置の動作中における外部からの振動あるいは衝撃に対して高い耐衝撃性を有し、また、ヘッド支持アームの共振周波数を高くすることができ、さらに、アクチュエータを高速で回転および位置決めすることができ、高速化されたアクセス速度を有する優れたアクチュエータを実現することが可能である。また、磁気ディスク装置の停止時(非動作時)、すなわち、アクチュエータが待避位置に保持されているときには、ロード側壁面がヘッド保持平面となす角度を90°以下としているので、外部からの大きな衝撃に対してディスク側にアクチュエータが移動することを防止することが可能になり、さらに、アクチュエータの待避位置となるランプ部のヘッド保持平面上にタブ部を保持することができ高い耐衝撃性能を有し、かつ、安定したロード動作ができるので、簡単な構成でアクチュエータを待避位置に保持可能な耐衝撃性の高い優れたディスク装置の実現が可能となる。

[0108] (実施の形態4)

次に、本発明の実施の形態4におけるディスク装置のランプ部へのアクチュエータの保持方法について説明する。本発明の実施の形態4におけるディスク装置に備わるアクチュエータの構成は、実施の形態1において図1から図4に示した構成とほぼ同じであり、これらの図面とともに図18、図19を参照しながら説明する。図18は図5と同様に本発明の実施の形態4におけるディスク装置のランプ部および記録媒体を示す断面図であり、図19は本発明の実施の形態4におけるディスク装置の駆動時にVCMに加える駆動電流を表す図である。

- [0109] 図4、図18において、シャーシまたはほかの筐体に取り付けられたヘッド保持部材であるランプブロック15は、ランプ取付部41の側面から水平方向に突出したランプ部14を有し、ランプ部14の一部が記録媒体4の回転中心(図示せず)の軸心方向において記録媒体4の上側表面との間に隙間を有して重複するように取り付けられている。
- [0110] そして、ランプ部14は、第1の斜面14a、第1の平面14b、第2の斜面14c、ロード側壁面14d、タブ部保持平面14eおよびアンロード側壁面14j、第2のヘッド移動平面14kおよびヘッド移動斜面14mからなる上面43を有しており、上述のアクチュエータ7を構成するヘッド支持アーム8のタブ部8aがランプ部14の上面43に当接しながら、アクチュエータ7をガイドする。
- [0111] ランプ部14における第1の平面14b、第2のヘッド移動平面14kおよびタブ部保持平面14eはアクチュエータ7の回動軸に垂直な平面にそれぞれ略平行な平面である。タブ部保持平面14eと平行な第2のヘッド移動平面14kに対してアクチュエータ7のローディング側に隣り合うロード側壁面14dは第2のヘッド移動平面14kに対して、 90° より小さい角度 θ_6 を有する平面からなり、第2のヘッド移動平面14kからの高さがタブ部8aにおける回動軸の軸心方向の高さより少なくとも大きい高さを有して形成されている。本発明の実施の形態4におけるディスク装置に備わるランプ部においても、第3の実施の形態におけるディスク装置に備わるランプ部と同様に、第2の斜面14cとロード側壁面14dとにより、ロード側突出部20が形成されることになる。
- [0112] また、本発明の実施の形態4におけるディスク装置も前述のように、外部からの衝撃によって、回動軸の周りに回動するアクチュエータ7は直線的加速度と角加速度を受けるが、このうち、アクチュエータ7の重心に働き、その大きさがアクチュエータ7の重量に依存する直線的加速度による衝撃力の方向に対しては、ロード側壁面14d方向の衝撃力であれば、一旦タブ部8aは第2のヘッド移動平面14kに移動した後に、ロード側壁面14dが、第2のヘッド移動平面14kとは 90° より小さい角度 θ_6 を有するため、ディスク(記録媒体4)側(ロード方向側)にタブ部8aが動くことはない。また、上方方向の衝撃に対してもロード側壁面14d(すなわち、ロード側突出部20)にタブ部8aの一部が接触し、保持される。したがって、衝撃に対してアクチュエータ7が記録媒体4

側に回動し、ヘッドスライダ9が記録媒体4上に飛び出すことを防止できる。

- [0113] 本発明の実施の形態4におけるアクチュエータ7の駆動動作について図19に示した駆動電流に基づき説明する。ロード動作については、本発明の実施の形態1におけるディスク装置に備わるランプ部の場合と同じであるので、重複を避けるため省略し、アクチュエータ7のタブ部8aがタブ部保持平面14eに保持されて静止状態にあり、ロード動作を開始するときから説明する。
- [0114] 図19において、図中aで示すように、VCMのボイスコイルに一旦正の電流を供給し、タブ部8aを反時計方向に回動させると(図18中でタブ部8aはタブ部保持平面14e上を左に移動)、タブ部8aが滑べり出し、ヘッド移動斜面14mにいたるので、正の駆動電流をさらに増加させることによりタブ部8aをヘッド移動斜面14mに沿って滑べり上がらせる(図19中b)。タブ部8aが第2のヘッド移動平面14kに到達した時点で、駆動電流をほぼ0まで減少させてタブ部8aを第2のヘッド移動平面14k上に静止させる(図19中c)。
- [0115] その後パルス部(図19中にdで示す状態)で再び正のパルス電流を供給することによりタブ部8aは跳躍し、さらに、図中にeで示すように正の一定駆動電流を供給することによりタブ部8aがロード側壁面14dを飛び越えて第2の斜面14cに到達する。引き続き、図19中にf、g、h、iで示すように電流を通電し、ランプ部14とタブ部8aの接触負荷に応じて、駆動電流を制御することにより、タブ部8aは一定速度で第1の平面14bから第1の斜面14aを経由し、記録媒体4側にロードされることは、実施の形態1における動作と同じである。
- [0116] なお、上述した本発明の実施の形態4におけるディスク装置では、アクチュエータ7を構成するボイスコイル10、マグネット11からなるVCM19や、また、接合部となる一对のピボット29a、29bを有するピボット軸受部29等の説明を実施の形態2、3の説明と同様に省略したが、前述した実施の形態1におけるディスク装置の構成をほぼ同様に適応させることができる。
- [0117] 以上説明したように本発明の実施の形態4により、アクチュエータの設計の自由度を飛躍的に拡大し、アクチュエータを構成するヘッド支持アームを剛性の高い材料で形成して、外部からの大きな衝撃等に対する耐衝撃性を向上させるとともに、アクチ

ュエータに組み込まれたヘッドスライダに対するロード荷重を大きくすることができ、ディスク装置の動作中における外部からの振動または衝撃に対して高い耐衝撃性を有し、また、ヘッド支持アームの共振周波数を高くすることができ、さらに、アクチュエータを高速で回転および位置決めすることができ、高速化されたアクセス速度を有する優れたアクチュエータを実現することが可能である。また、磁気ディスク装置の停止時(非動作時)、すなわち、アクチュエータが待避位置に保持されているときには、ロード側壁面がヘッド保持平面となす角度を 90° 以下としているので、外部からの大きな衝撃に対してディスク側にアクチュエータが移動することを防止することが可能になり、さらに、アクチュエータの待避位置となるランプ部のヘッド保持平面上にタブ部を保持することができ、高い耐衝撃性能を有し、かつ、安定したロード動作ができるので、簡単な構成でアクチュエータを待避位置に保持可能な耐衝撃性の高い優れたディスク装置の実現が可能となる。

[0118] なお、上述した本発明の実施の形態1から実施の形態4においては、アクチュエータ7の保持装置となるランプ部14におけるタブ部保持平面14eは、必ずしもアクチュエータ7の回転軸に垂直な平面に略平行である必要はなく、例えば図20に示すように、タブ部保持平面14eを斜面で構成してもよく、この場合は、ディスクから離れる方向の衝撃に対し、タブが斜面を上昇したとしても、衝撃が解除されると、サスペンションがランプを下方向に押す復元力により、斜面下部の保持部に確実に戻ることができる。

[0119] また、上述の本発明の実施の形態1から実施の形態4の説明においては、磁気ディスク装置を例にとって説明したが、何らこれに限ることはなく、光磁気ディスク装置や光ディスク装置等の非接触型のディスク記録再生装置に適用してもよい。

[0120] 以上説明したように、本発明のヘッド保持部材により、緊急停止時にヘッド支持アームのタブ部がヘッド保持部材を構成するランプ部にガイドされ、待避位置であるヘッド保持平面に移動するとき、タブ部をランプ部のヘッド保持部を構成するアンロード側壁面に当接させ、タブ部によって受けるランプ部の当接による衝撃を小さく抑えることができ、したがって、タブ部がランプ部に当接することによってランプ部またはタブ部に発生する損傷を抑えることができる。また、ディスク装置の停止中に、衝撃や振

動の外乱が作用した際に、ランプ部のロード保持部であるヘッド保持平面上部に突出形成されたロード側突出部の存在により、ヘッドが記録媒体上に移動することを抑止し、ヘッド支持アームを保持することができ、格段に高い耐衝撃性能を有するヘッド保持部材およびディスク装置を実現することができる。

- [0121] また、本発明のヘッド保持方法およびディスク装置により、ディスク装置の停止時において、タブ部が待避位置であるヘッド保持平面上に保持されているとき、外部からの大きな衝撃を受けても、アクチュエータの待避位置であるランプ部のヘッド保持平面の記録媒体側に形成されたロード側突出部によってアクチュエータの回転軸周りの回転によるヘッド支持アームのタブ部の移動が阻止され、ランプ部のヘッド保持部に形成される凹部からタブ部が離脱することがなく、ランプ部のヘッド保持平面上にタブ部が保持され、アクチュエータが記録媒体側に移動して、記録媒体に衝突し、記録媒体の表面を損傷したり、または、アクチュエータを構成する部品が損傷したり、または、回転が停止した記録媒体にヘッドスライダが接触して吸着することにより、再起動の際に記録媒体を損傷させたり、または、再起動することができない等の重大な故障の発生を阻止することができる。一方、ディスク装置の動作開始時には、VCMにおけるボイスコイルとマグネットとの間に生じる反撥駆動トルクによって、ピボット軸受の2個のピボットとヘッド支持アームの上面とのそれぞれの当接点を結ぶ線を支点として、記録媒体表面に垂直な方向にヘッド支持アームを回転させ、タブ部を上方に押し上げようとする力が働くと同時に、アクチュエータを回転軸周りに回転させようとする力が働いて、アクチュエータを待避位置であるヘッド保持平面から離脱させ、記録媒体の表面上の方向へ移動するようにロード動作をして、ディスク装置の記録再生動作を開始することができる。また、ディスク装置の緊急停止時にヘッド支持アームのタブ部がヘッド保持部材を構成するランプ部にガイドされ、待避位置であるヘッド保持平面に移動するとき、タブ部をアンロード側壁面に当接させることによって、タブ部によって受けるランプ部の当接による衝撃を小さく抑えることができ、タブ部がランプ部に当接することによってランプ部またはタブ部に致命的な損傷が生じることを防ぐことができる。

- [0122] したがって、ディスク装置の停止時に、ディスク装置が外部からの非常に大きな衝

撃を受けた場合にも、高い耐衝撃性を有する非常に安定したアクチュエータのヘッド保持方法を実現することができ、また、そのようなヘッド保持方法を有するディスク装置は、アクチュエータを保持するために、多くの個別の部材を必要とせず、コストが安価で、ヘッド保持のためのスペースが小さくてよく、小型化に適し、かつ、非常に高い耐衝撃性を有する優れたディスク装置を実現することができる。

産業上の利用可能性

- [0123] 本発明に係るヘッド保持部材は、信号変換素子を搭載したアクチュエータを待避位置に保持するために、簡易な構成のヘッド保持部材を用いており、製造原価が低く、しかも耐衝撃性が強いヘッド保持部材であり、磁気ヘッドを用いた磁気記録再生装置や、非接触型のディスク記録再生装置である、例えば光磁気ディスク装置、光ディスク装置等に有用である。

請求の範囲

- [1] ディスク装置の動作停止指令によりアクチュエータをアンローディング動作させたとき、前記アクチュエータを構成するヘッド支持アームの一端に形成されたタブ部を待避位置にガイドして、前記待避位置に前記タブ部を保持するヘッド保持部材であって、前記待避位置の形状は、
前記タブ部を保持するヘッド保持平面と、
前記ヘッド保持平面のローディング側に形成されたロード側突出部と、
前記ヘッド保持平面のアンローディング側に形成されたアンロード側壁面と、
を有することを特徴とするヘッド保持部材。
- [2] 前記ヘッド保持平面と前記アンロード側壁面とが曲面で接続されていることを特徴とする請求項1に記載のヘッド保持部材。
- [3] 前記ヘッド保持平面のローディング側には、前記ヘッド保持平面に垂直な角度を有するロード側壁面が形成され、かつ、
前記ロード側壁面に続くヘッド上部壁面が前記ロード側突出部の前記ヘッド保持平面に対向する面を形成していることを特徴とする請求項1に記載のヘッド保持部材。
- [4] 前記ヘッド保持平面と前記ロード側壁面とが曲面で接続されていることを特徴とする請求項3に記載のヘッド保持部材。
- [5] 前記ヘッド保持平面のローディング側には、前記ヘッド保持平面に対し 90° より小さい角度を有するロード側壁面が形成され、かつ、
前記ロード側壁面が前記ロード側突出部の前記ヘッド保持平面に対向する面を形成していることを特徴とする請求項1に記載のヘッド保持部材。
- [6] 前記ヘッド保持平面と前記アンロード側壁面との間に、前記ヘッド保持平面に対し 90° より大きい角度を有する第3の斜面と前記ヘッド保持平面に平行なヘッド移動平面とが形成されていることを特徴とする請求項1に記載のヘッド保持部材。
- [7] 前記ヘッド保持平面と前記ロード側壁面との間に、前記ヘッド保持平面に対し 90° より大きい角度を有するヘッド移動斜面と前記ヘッド保持平面に平行なヘッド移動平面とが形成されていることを特徴とする請求項5に記載のヘッド保持部材。
- [8] 前記ヘッド保持平面は、

前記ディスク装置の記録媒体の記録面に平行、または前記記録面に対し鋭角をなして形成されていることを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか1項に記載のヘッド保持部材。

- [9] 前記アクチュエータの回転軸の回転中心に垂直な方向において、前記ヘッド保持平面の幅が前記ヘッド支持アームの前記タブ部の幅よりも大きいことを特徴とする請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のヘッド保持部材。

- [10] 回転軸の周りに回転自在に配設された記録媒体と、
一端にヘッドおよびタブ部を有し、前記回転軸から離れた位置に配設された第1の軸受部により前記回転軸に平行な第1の回転軸の周りを回転可能なヘッド支持アームと、
前記ヘッドと前記第1の軸受部の間に配設され、前記ヘッド支持アームの長手方向の中心線に垂直な第2の回転軸の周りに回転可能な第2の軸受部と、前記第2の回転軸上にあつて、前記ヘッド支持アームまたは前記第2の軸受部に当接する2つ以上の当接部と、
前記ヘッド支持アームと前記第2の軸受部とを連結する板ばね部と、
前記ヘッド支持アームの待避時に前記タブ部を保持するランプ部と、
を備えるディスク装置におけるヘッド保持方法であつて、
前記タブ部が待避位置から前記記録媒体の方向に移動することを阻止する前記ヘッド保持平面のローディング側に形成されたロード側突出部と、前記ヘッド保持平面のアンローディング側に形成されたアンロード側壁面と、前記タブ部を待避位置に保持するヘッド保持平面とが形成された前記ランプ部において、
前記ディスク装置の動作停止指令により、前記ヘッド支持アームをアンローディング動作させるため前記タブ部を待避位置に移動させるとき、
前記記録媒体の半径方向および前記半径方向に垂直な方向の力と前記板ばね部の付勢力とを前記ヘッド支持アームに働かせて、前記ヘッド支持アームを前記記録媒体の半径方向に移動させ、
前記ヘッド支持アームに働く力のうち、少なくとも前記板ばね部の付勢力によって、
前記タブ部を前記ランプ部の前記アンロード側壁面に当接させた後に、前記タブ部

- の前記待避位置となる前記ヘッド保持平面に保持させることを特徴とするヘッド保持方法。
- [11] 前記ディスク装置の動作停止指令により、前記ヘッド支持アームの前記タブ部を前記ランプ部の前記ヘッド保持平面に移動、保持するアンローディング動作をさせた後、前記ディスク装置のロード指令により、前記タブ部を一旦アンロード側に駆動させ、前記タブ部をロード側に駆動させることを特徴とする請求項10に記載のヘッド保持方法。
- [12] 前記ヘッド支持アームはボイスコイルホルダを介して前記ヘッド支持アームに連結されたボイスコイルを有し、
前記ボイスコイルに電流を供給して駆動させることにより、前記第1の回転軸の周りを前記ヘッド支持アームが揺動することを特徴とする請求項10に記載のヘッド保持方法。
- [13] 前記ヘッド支持アームをロード側に駆動するとき、前記ヘッド支持アームに連結された前記ボイスコイルに印加する駆動電流波形をパルス波形とすることを特徴とする請求項12に記載のヘッド保持方法。
- [14] 回転軸の周りに回転自在に配設された記録媒体と、
一端にヘッドおよびタブ部を有し、前記回転軸から離れた位置に配設された第1の軸受部により前記回転軸に平行な第1の回転軸の周りを回転可能なヘッド支持アームと、
前記ヘッドと前記第1の軸受部の間に配設され、前記ヘッド支持アームの長手方向の中心線に垂直な第2の回転軸の周りに回転可能な第2の軸受部と、
前記第2の回転軸上にあつて、前記ヘッド支持アームまたは前記第2の軸受部に当接する2つ以上の当接部と、
前記ヘッド支持アームと前記第2の軸受部とを連結する板ばね部と、
前記ヘッド支持アームの待避時に前記タブ部を保持するランプ部と、
を備え、
前記タブ部が待避位置から前記記録媒体の方向に移動することを阻止する前記ヘッド保持平面のローディング側に形成されたロード側突出部と、前記ヘッド保持平面の

アンローディング側に形成されたアンロード側壁面と、前記タブ部を待避位置に保持するヘッド保持平面とが形成された前記ランプ部において、前記タブ部が待避位置に移動するとき、

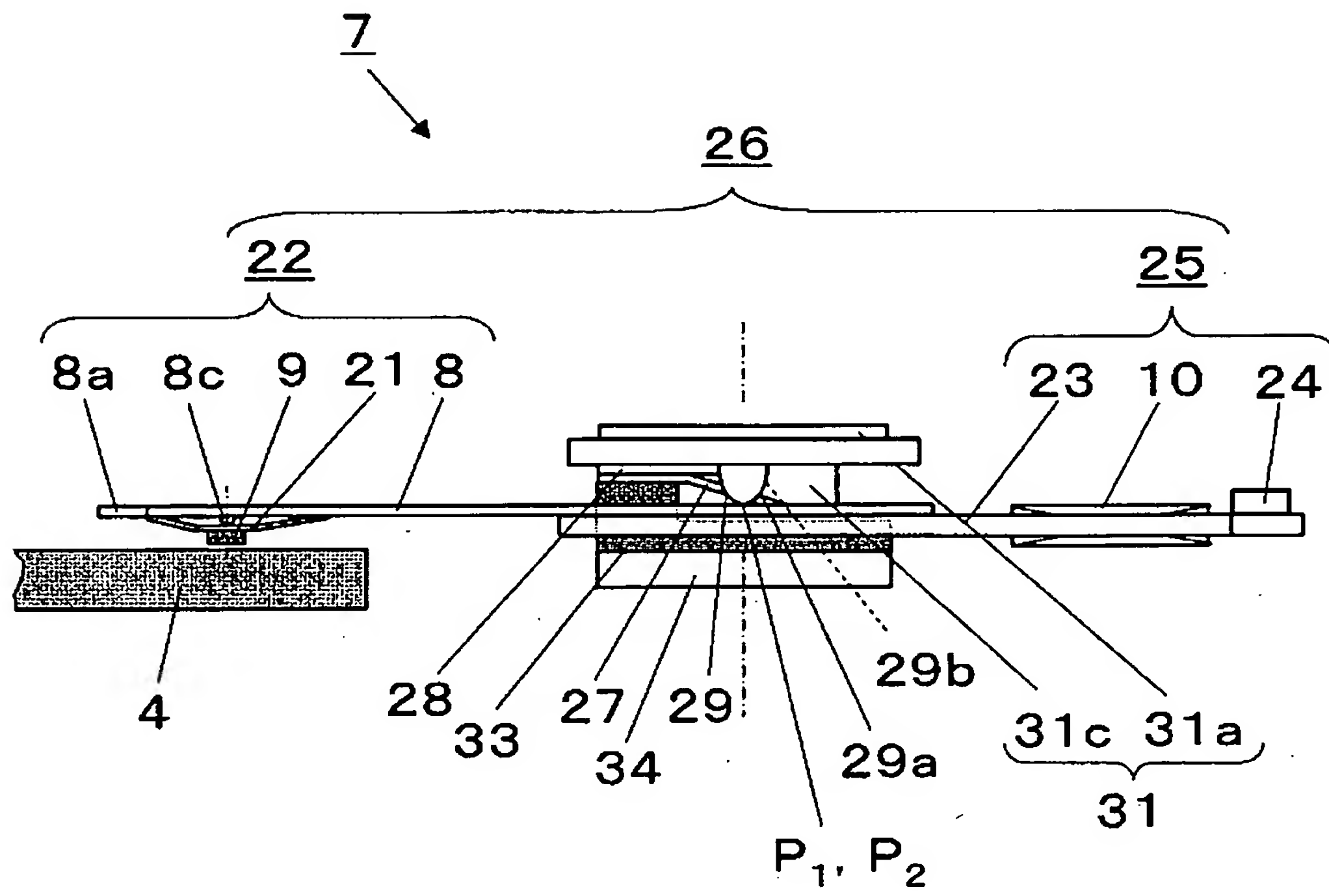
前記記録媒体の半径方向および前記半径方向に垂直な方向の力と、前記板ばね部の付勢力とを前記ヘッド支持アームに働かせて、前記ヘッド支持アームを前記記録媒体の半径方向に移動させ、前記ヘッド支持アームに働く力のうち、少なくとも前記板ばね部の付勢力によって、前記タブ部を前記ランプ部の前記アンロード側壁面に当接させた後に、前記タブ部の前記待避位置となる前記ヘッド保持平面に保持させることを特徴とするディスク装置。

- [15] 前記ディスク装置の動作停止指令により、前記ヘッド支持アームの前記タブ部を前記ランプ部の前記ヘッド保持平面に移動、保持するアンローディング動作をさせた後、前記ディスク装置のロード指令により、前記タブ部を一旦アンロード側に駆動させ、前記タブ部をロード側に駆動させ、かつ前記アンロード側壁面下部に当接させず跳ね上げさせること特徴とする請求項14に記載のディスク装置。
- [16] 前記ヘッド保持平面と前記アンロード側壁面とが曲面で接続されていることを特徴とする請求項14に記載のディスク装置。
- [17] 前記ヘッド保持平面のローディング側には、前記ヘッド保持平面に垂直な角度を有するロード側壁面が形成され、かつ、
前記ロード側壁面に続くヘッド上部壁面が前記ロード側突出部の前記ヘッド保持平面に対向する面を形成していることを特徴とする請求項14に記載のディスク装置。
- [18] 前記ヘッド保持平面と前記ロード側壁面とが曲面で接続されていることを特徴とする請求項17に記載のディスク装置。
- [19] 前記ヘッド保持平面のローディング側には、前記ヘッド保持平面に対し90°より小さい角度を有するロード側壁面が形成され、かつ、
前記ロード側壁面が前記ロード側突出部の前記ヘッド保持平面に対向する面を形成していることを特徴とする請求項14に記載のディスク装置。
- [20] 前記ヘッド保持平面と前記アンロード側壁面との間に、前記ヘッド保持平面に対し90°より大きい角度を有する第3の斜面と前記ヘッド保持平面に平行なヘッド移動平

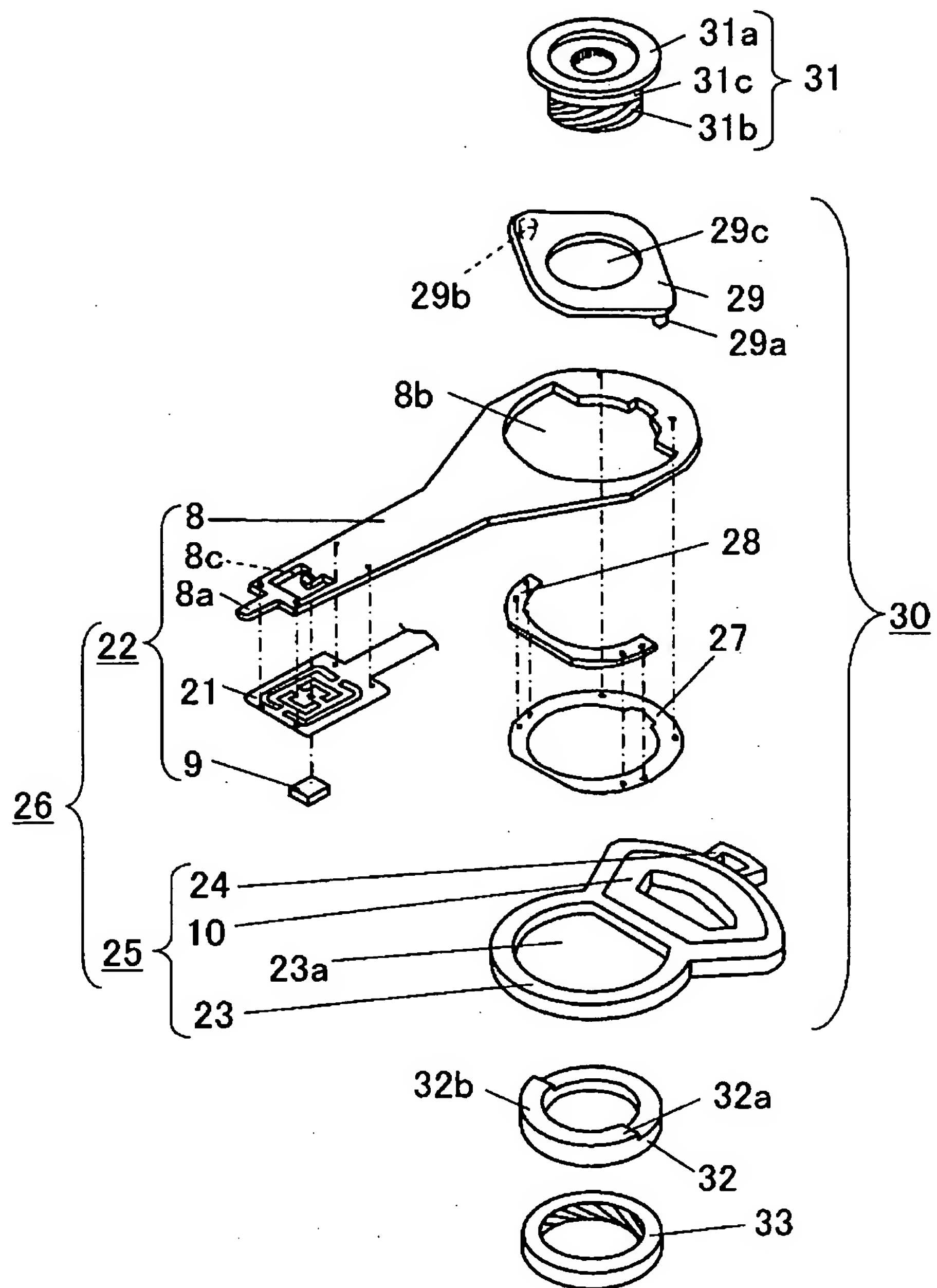
- 面とが形成されていることを特徴とする請求項14に記載のディスク装置。
- [21] 前記ヘッド保持平面と前記ロード側壁面との間に、前記ヘッド保持平面に対し90°より大きい角度を有するヘッド移動斜面と前記ヘッド保持平面に平行なヘッド移動平面とが形成されていることを特徴とする請求項18に記載のディスク装置。
- [22] 前記ヘッド保持平面は、
前記ディスク装置の記録媒体の記録面に平行、または前記記録面に対し鋭角をなして形成されていることを特徴とする請求項14から請求項21のいずれか1項に記載のディスク装置。
- [23] 前記アクチュエータの回動軸の回動中心に垂直な方向において、前記ヘッド保持平面の幅が前記ヘッド支持アームの前記タブ部の幅よりも大きいことを特徴とする請求項14から請求項22のいずれか1項に記載のディスク装置。
- [24] 前記ヘッド支持アームをロード側に駆動するとき、前記ヘッド支持アームに連結されたボイスコイルに印加する駆動電流波形をパルス波形とすることを特徴とする請求項14に記載のディスク装置。
- [25] 前記第2の軸受部における軸受けはピボットを当接点とするピボット軸受であることを特徴とする請求項14に記載のディスク装置。
- [26] 前記ピボットは円錐状または角錐状のピボットであることを特徴とする請求項25に記載のディスク装置。
- [27] 前記第2の軸受部における軸受けは、当接する曲面の1点を当接点とする、または当接する稜線を当接線とするピボット軸受であることを特徴とする請求項14に記載のディスク装置。
- [28] 前記ヘッド支持アームはボイスコイルホルダを介して前記ヘッド支持アームに連結されたボイスコイルを有し、
前記ボイスコイルに電流を供給して駆動させることにより、前記第1の回動軸の周りを前記ヘッド支持アームが揺動することを特徴とする請求項14に記載のディスク装置。
- [29] 前記記録媒体の回転停止時に、前記ヘッド支持アームの前記タブ部は前記ランプ部のヘッド保持平面を押圧する押圧力を有することを特徴とする請求項14に記載のディスク装置。

- [30] 前記ランプ部が前記記録媒体の外周の近傍に配置され、第1のマグネットが前記ヘッド支持アームに対し前記記録媒体側とは反対側に前記ボイスコイルに対向して配設されていることを特徴とする請求項14に記載のディスク装置。
- [31] 前記ランプ部が前記記録媒体の回転中心の近傍に配置され、第2のマグネットが前記ヘッド支持アームに対し前記記録媒体側に前記第2のボイスコイルに対向して配設されていることを特徴とする請求項14に記載のディスク装置。

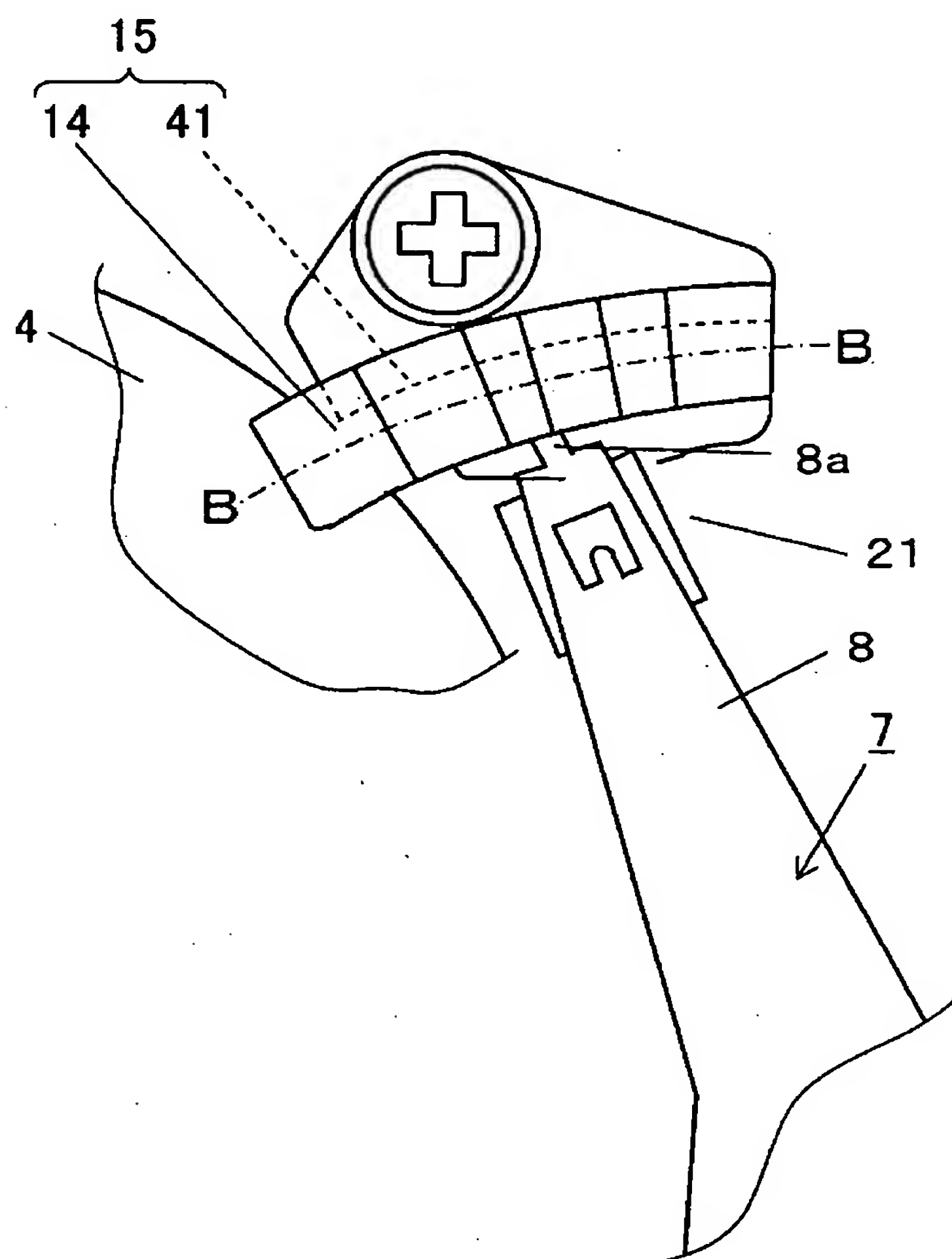
[図2]



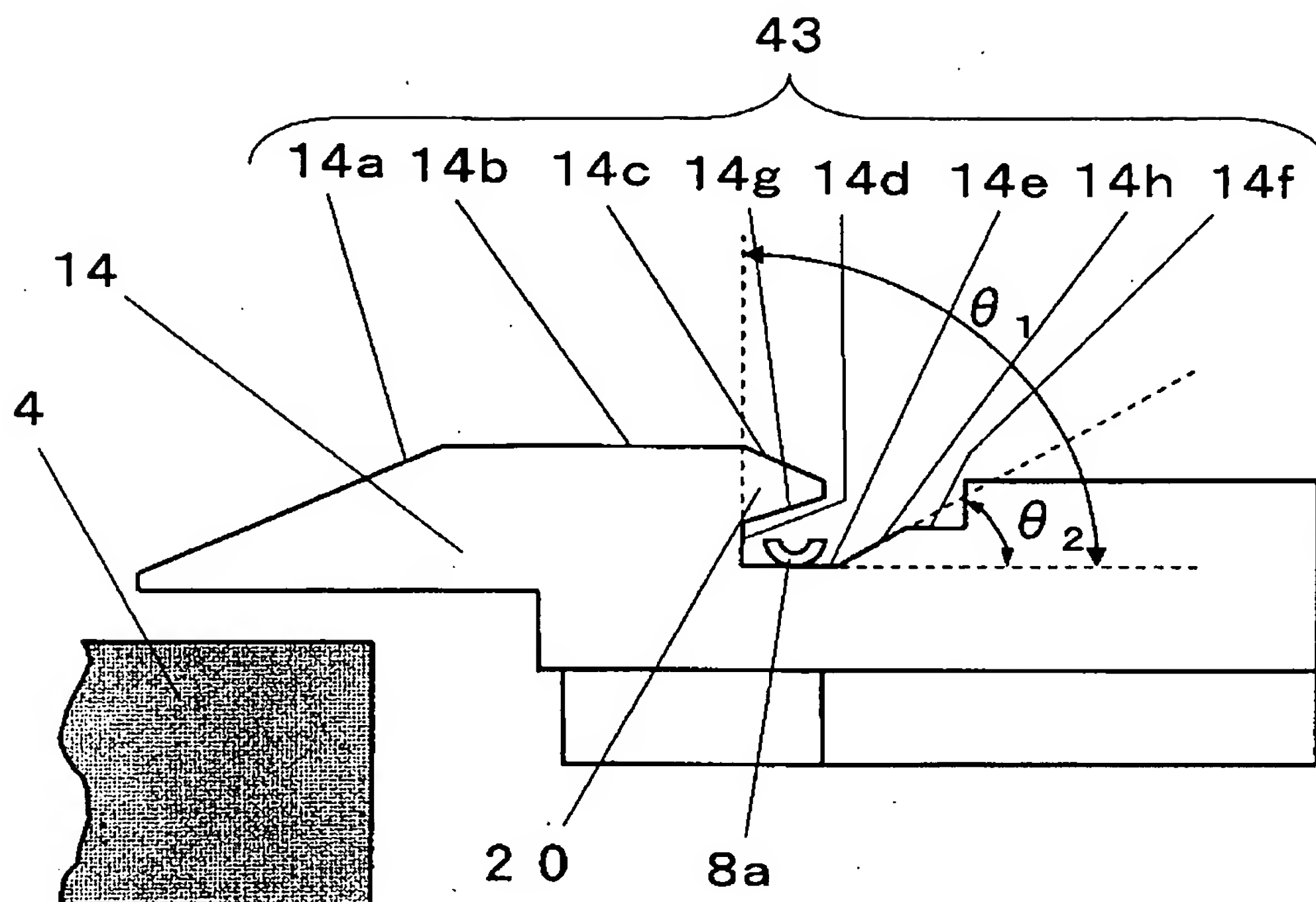
[図3]



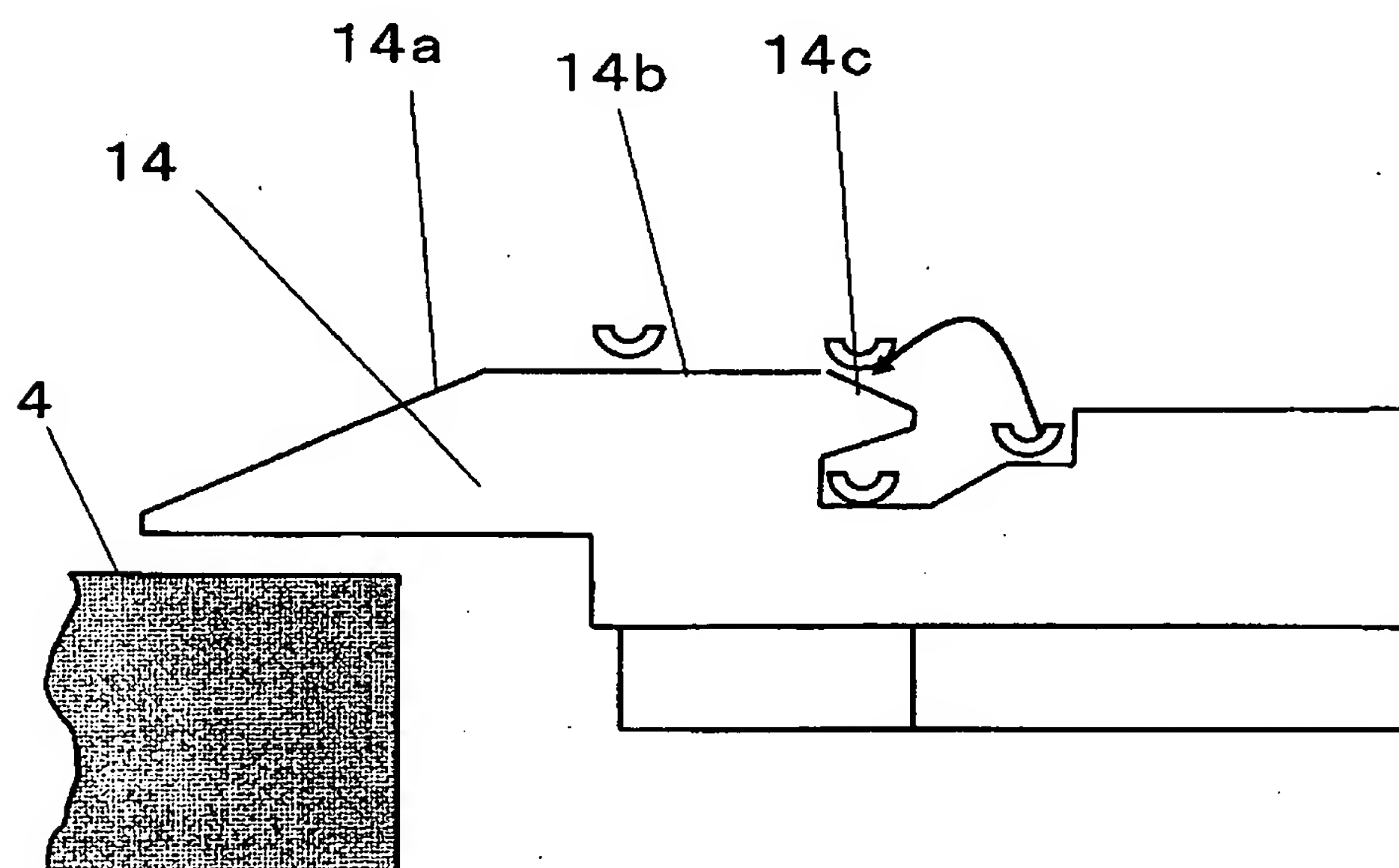
[図4]



[図5]



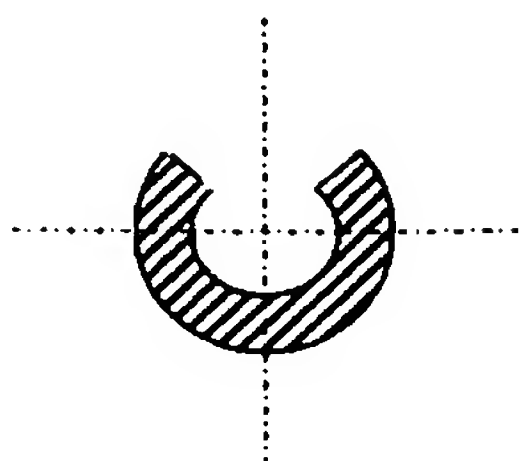
[図6]



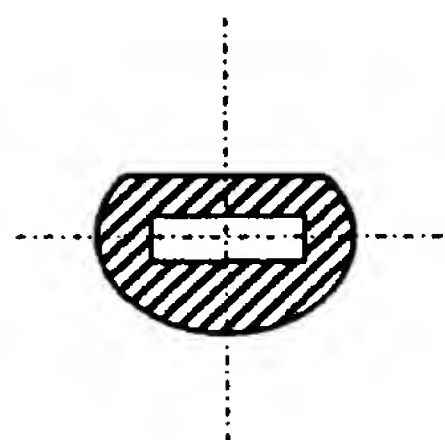
WO 2005/124775

PCT/JP2005/011307

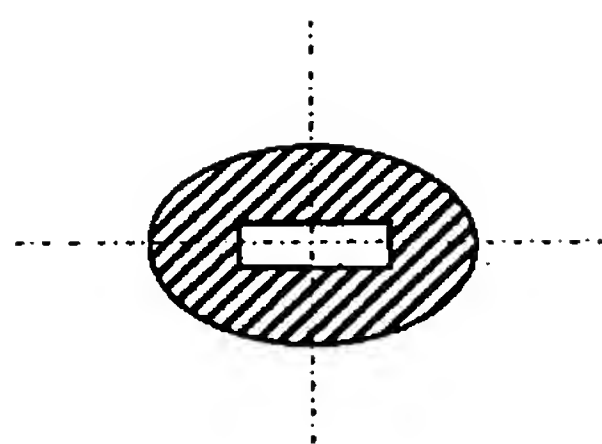
[図7A]



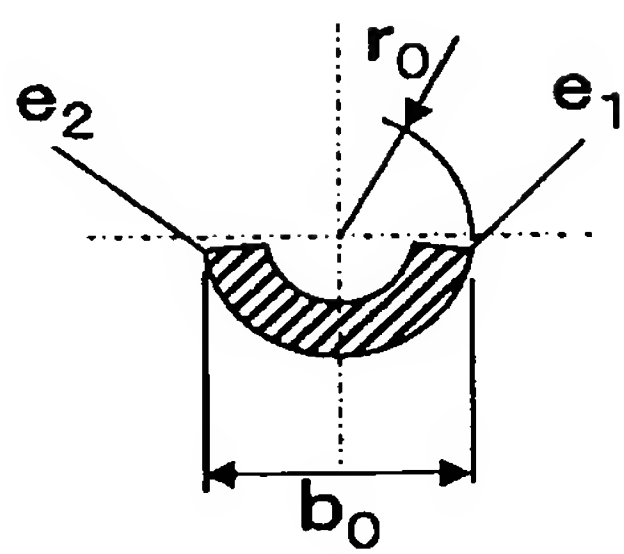
[図7B]



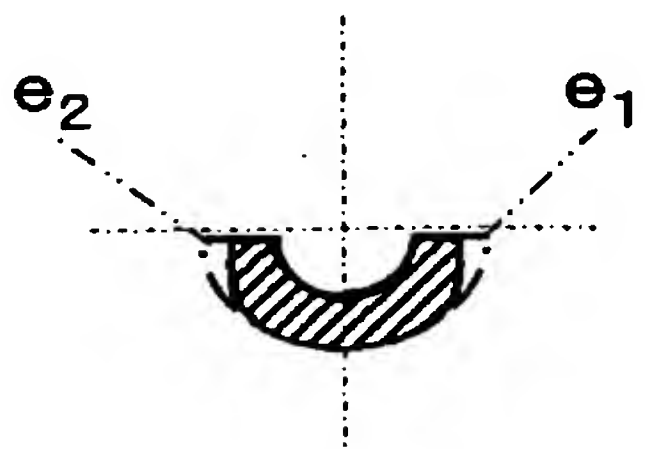
[図7C]



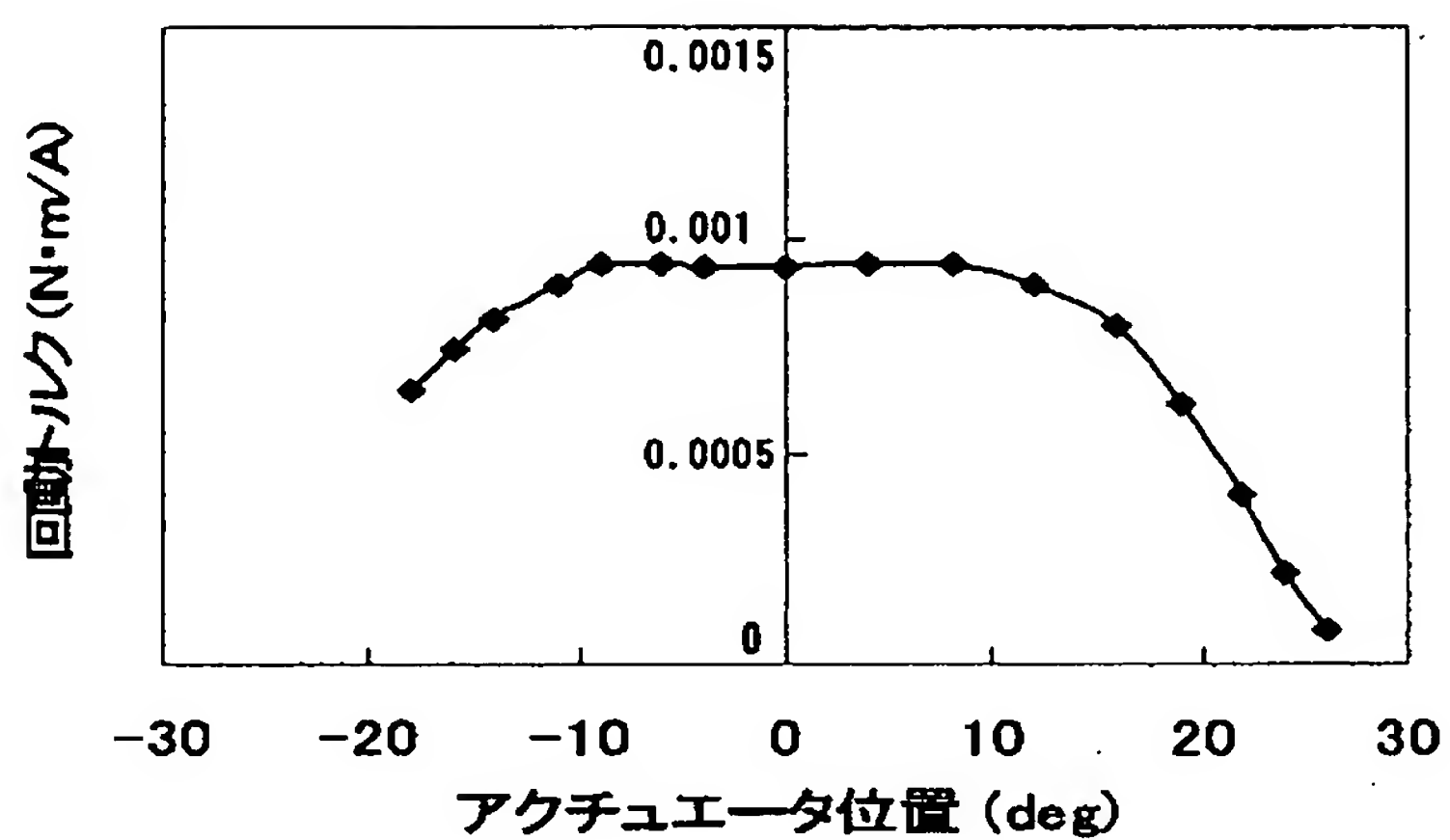
[図7D]



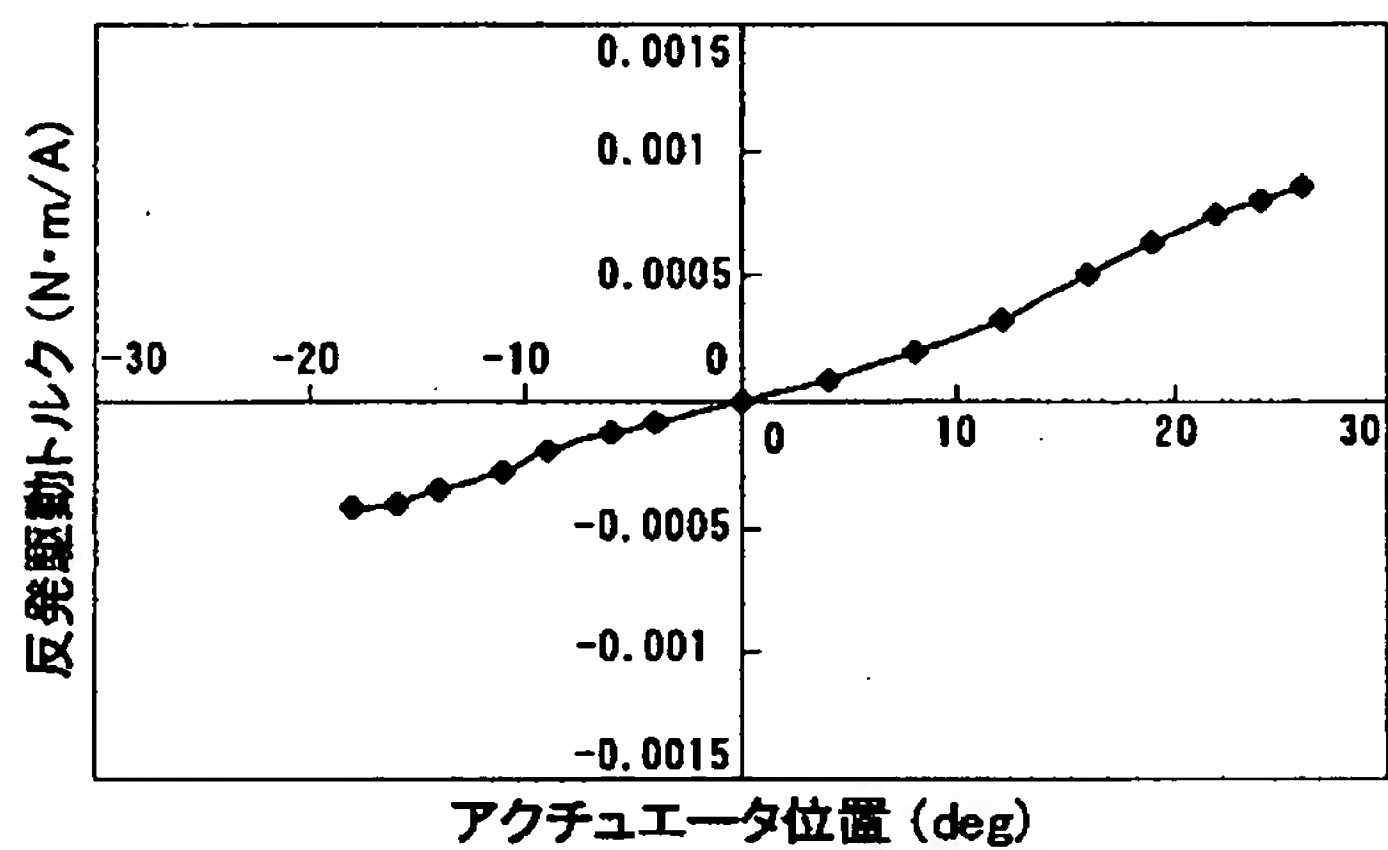
[図7E]



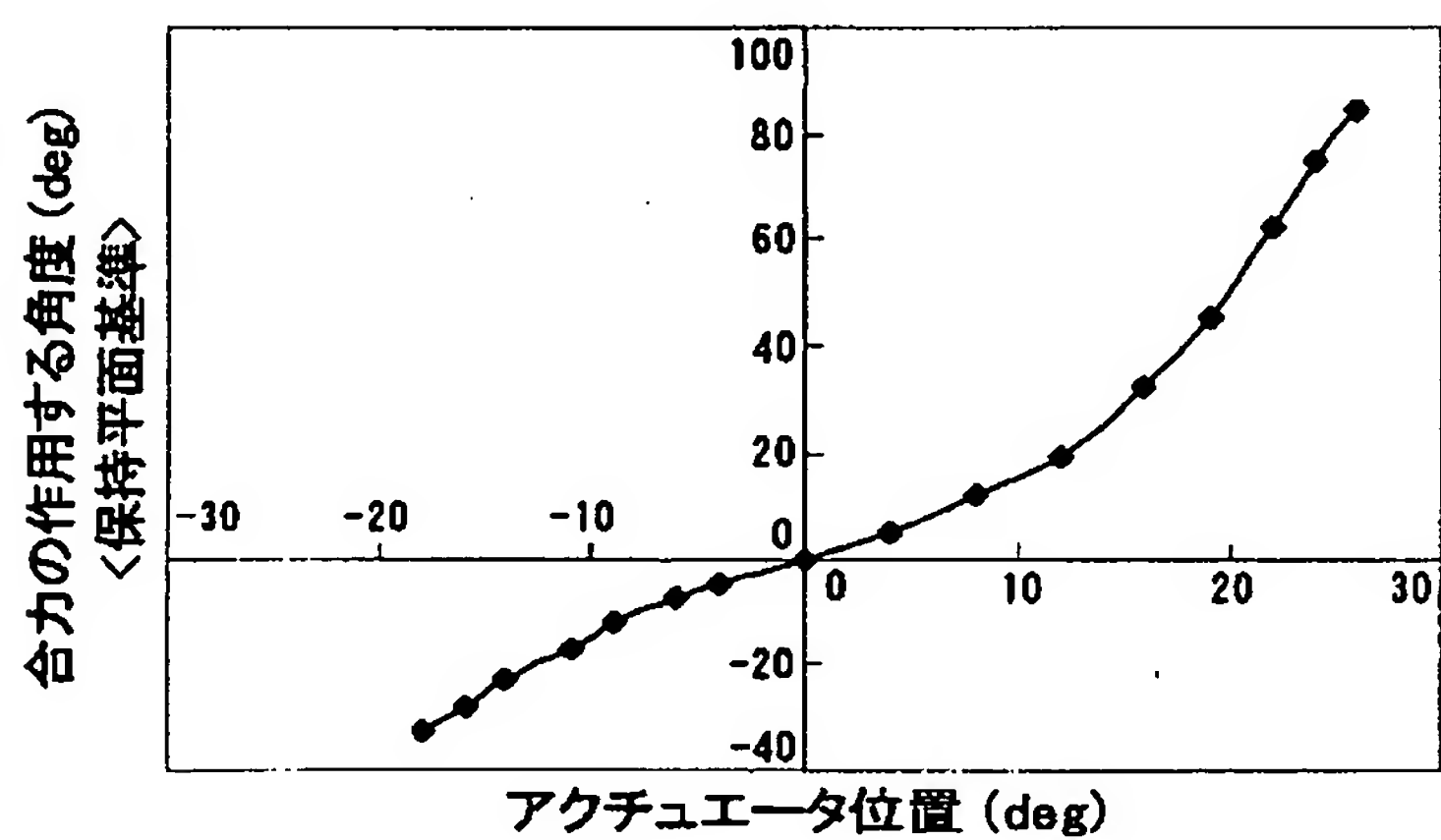
[図8A]



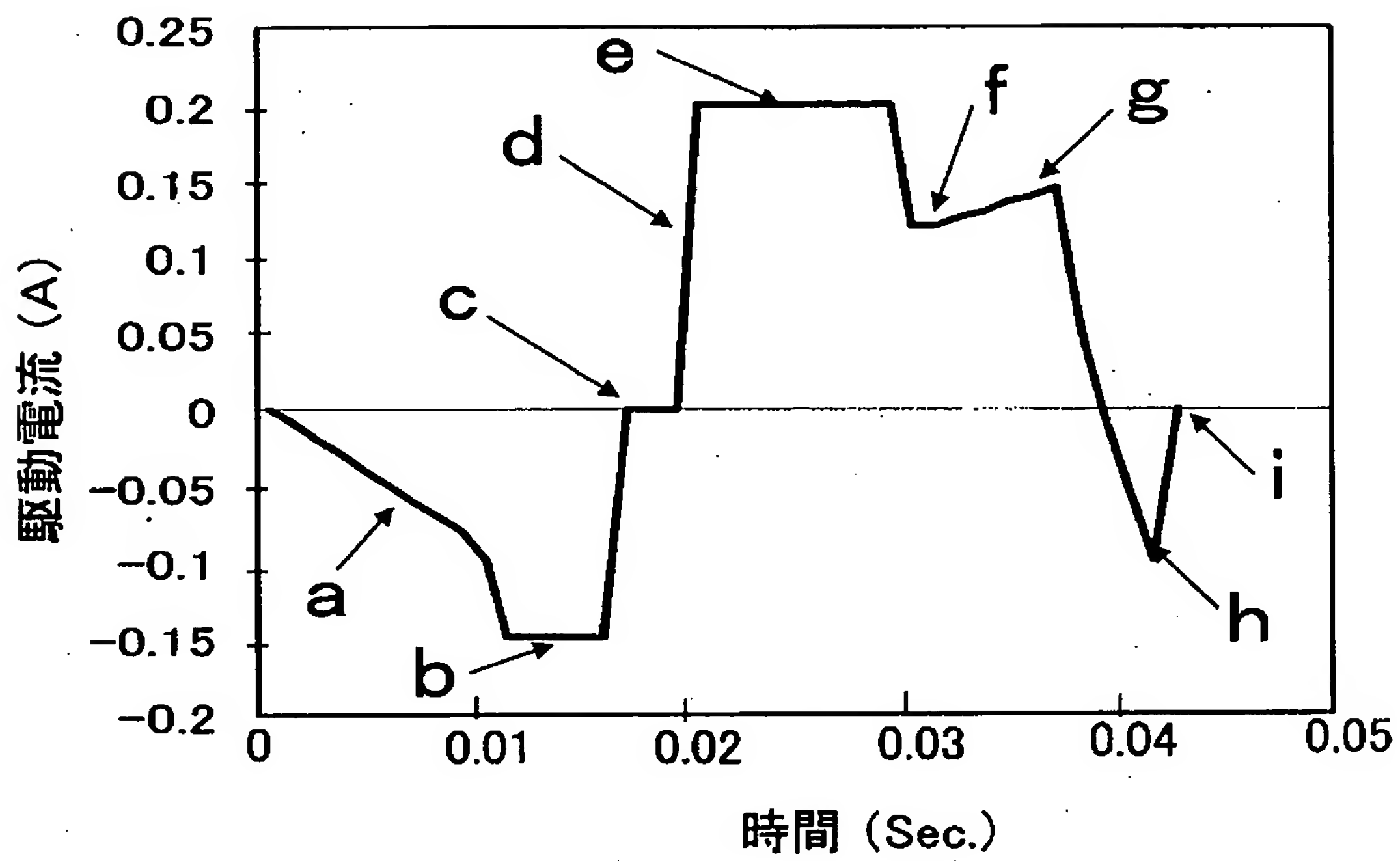
[図8B]



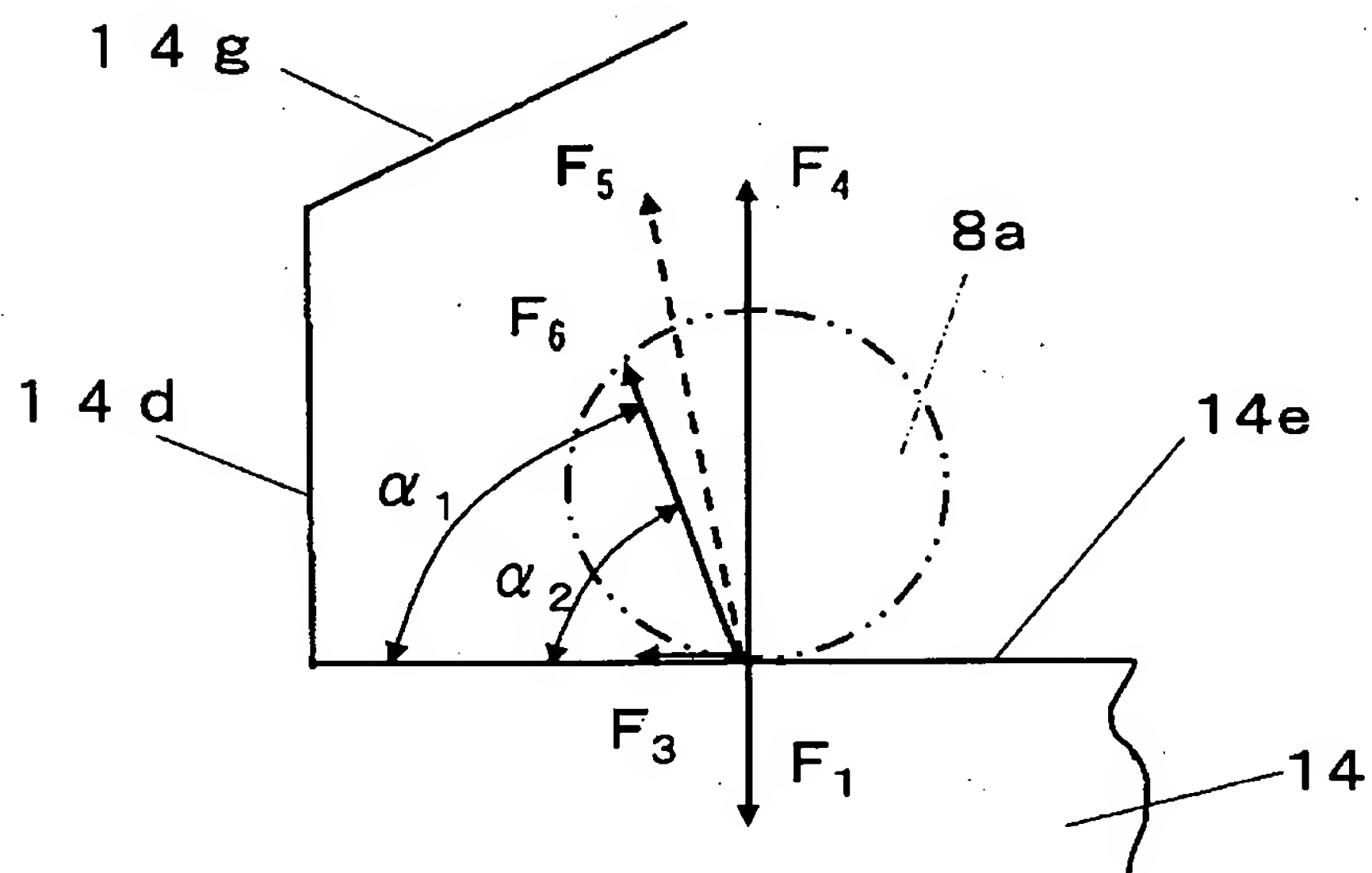
[図8C]



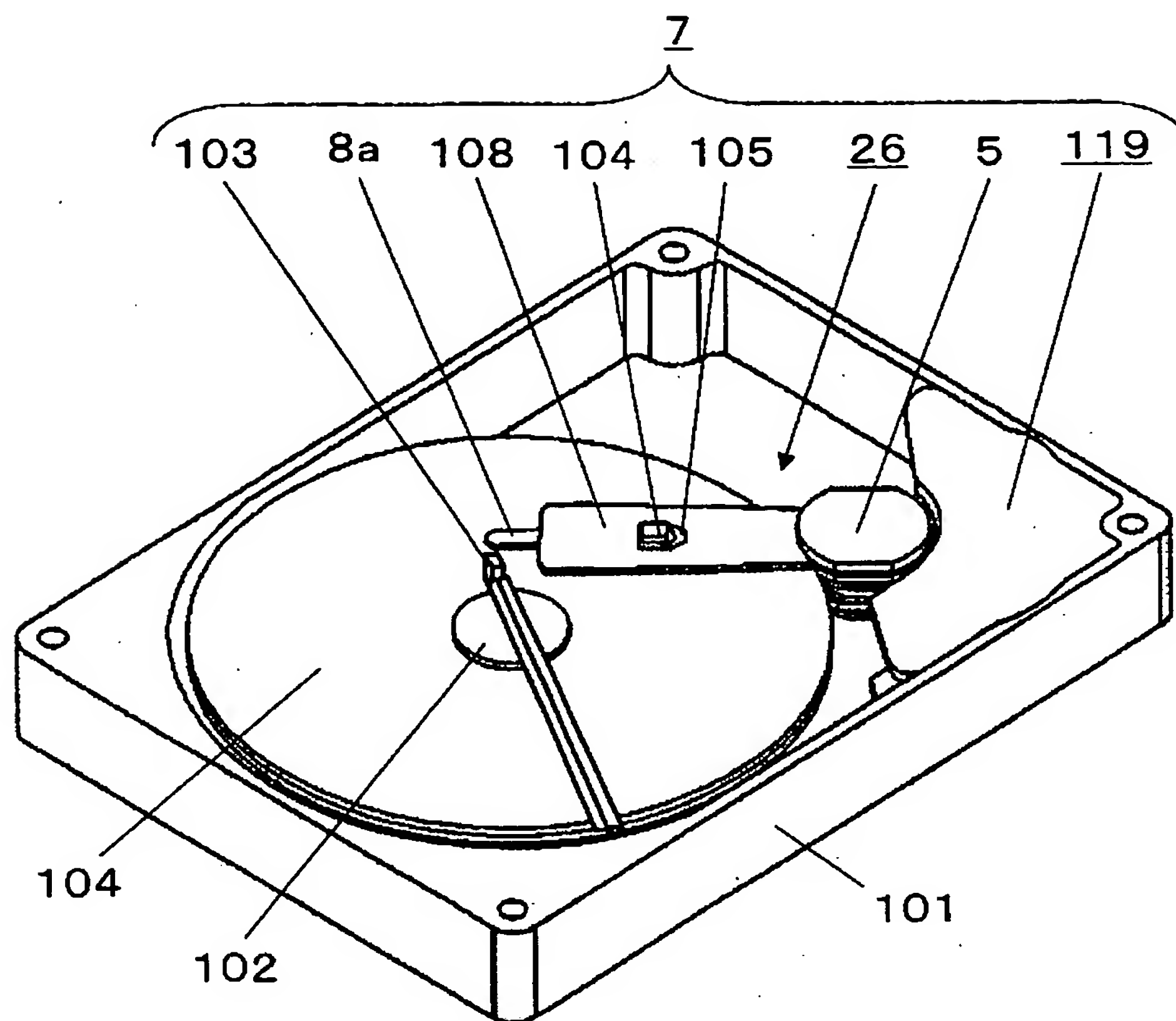
[図9]



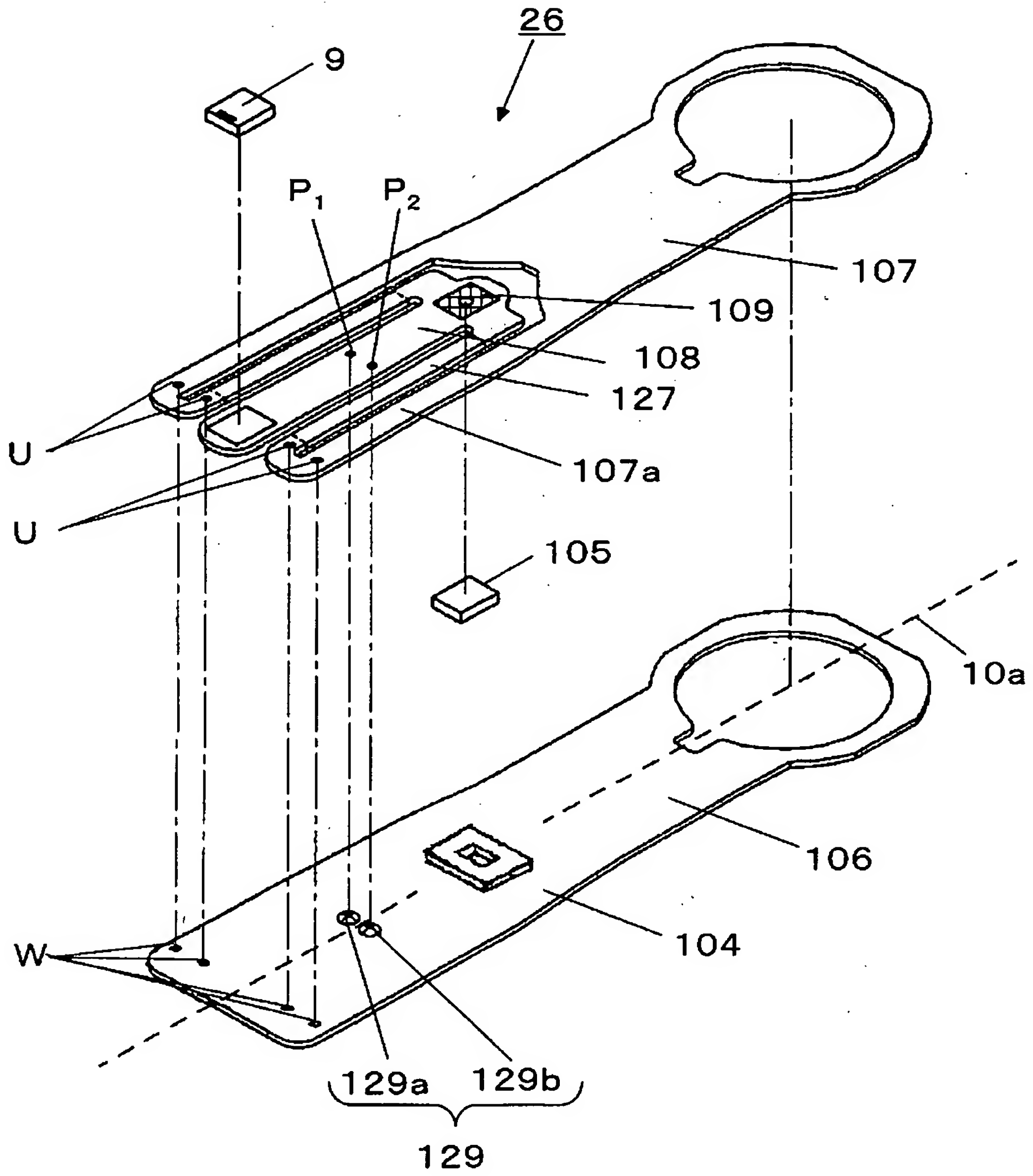
[図10]



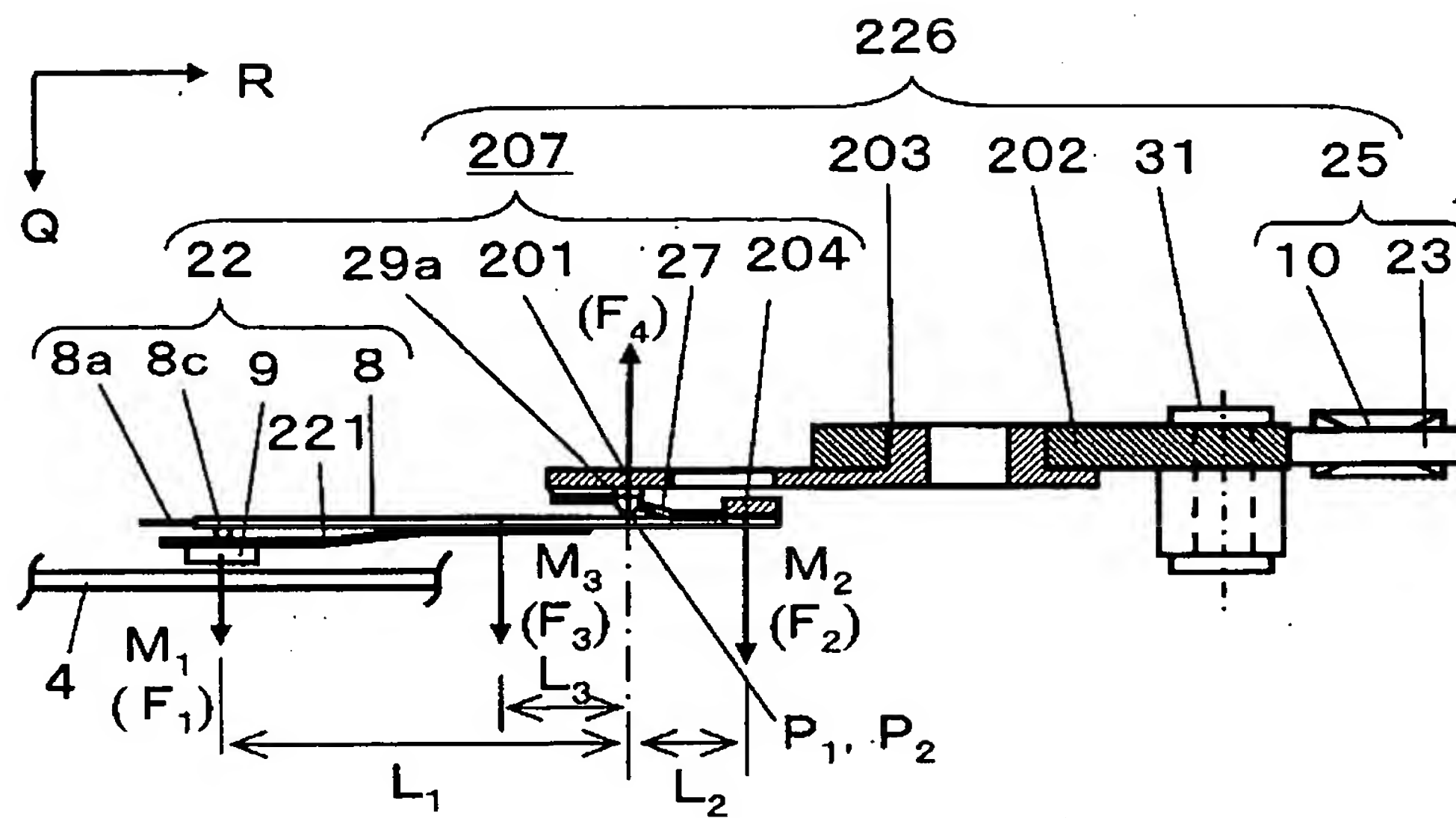
[図11]



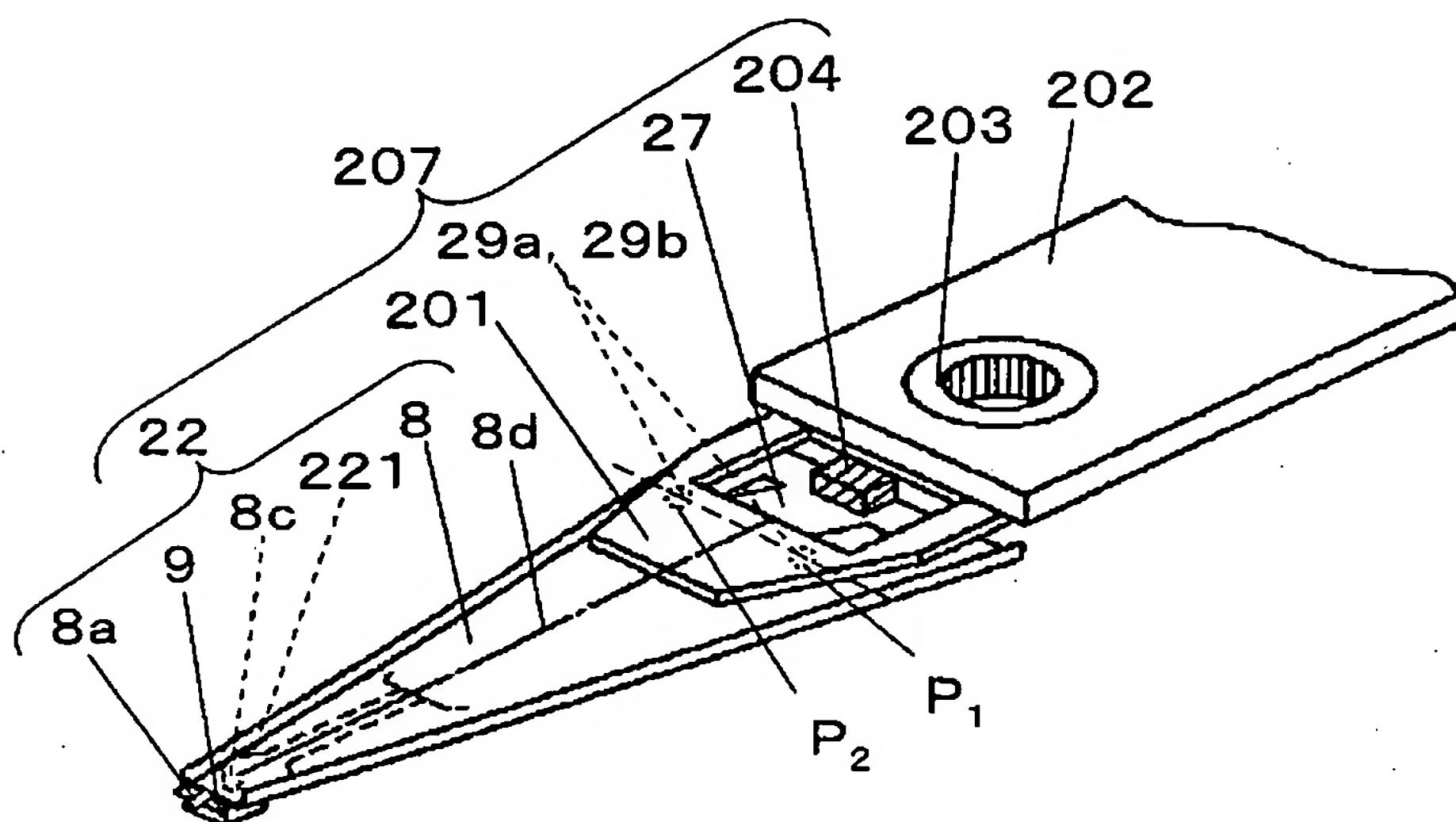
[図12]



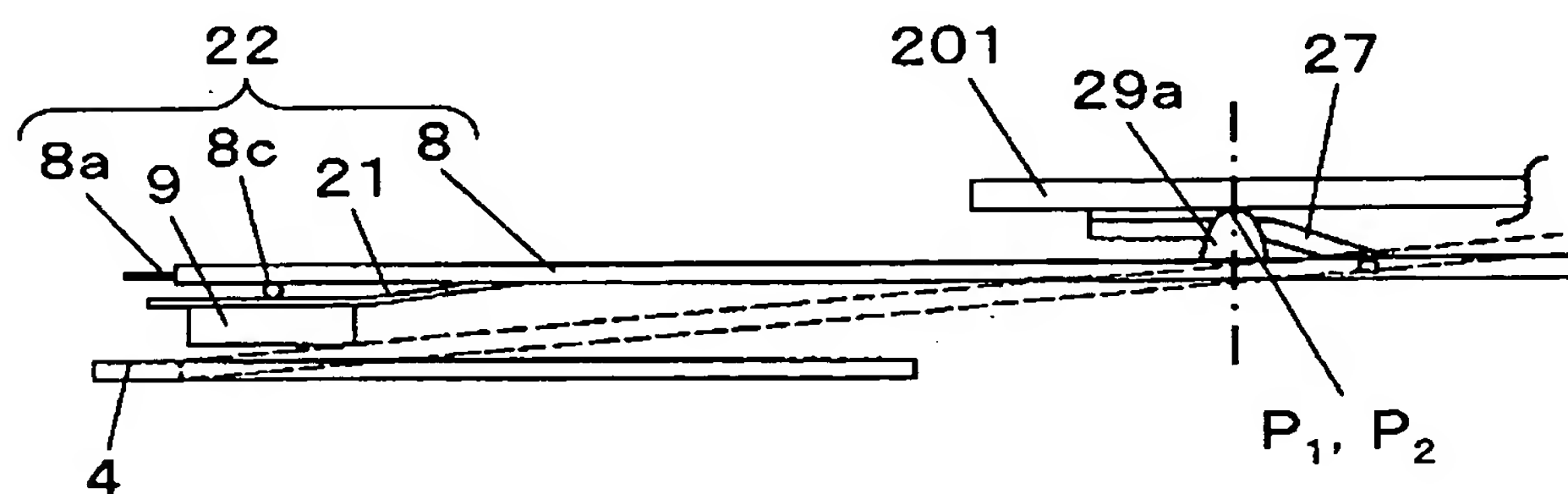
[図13A]



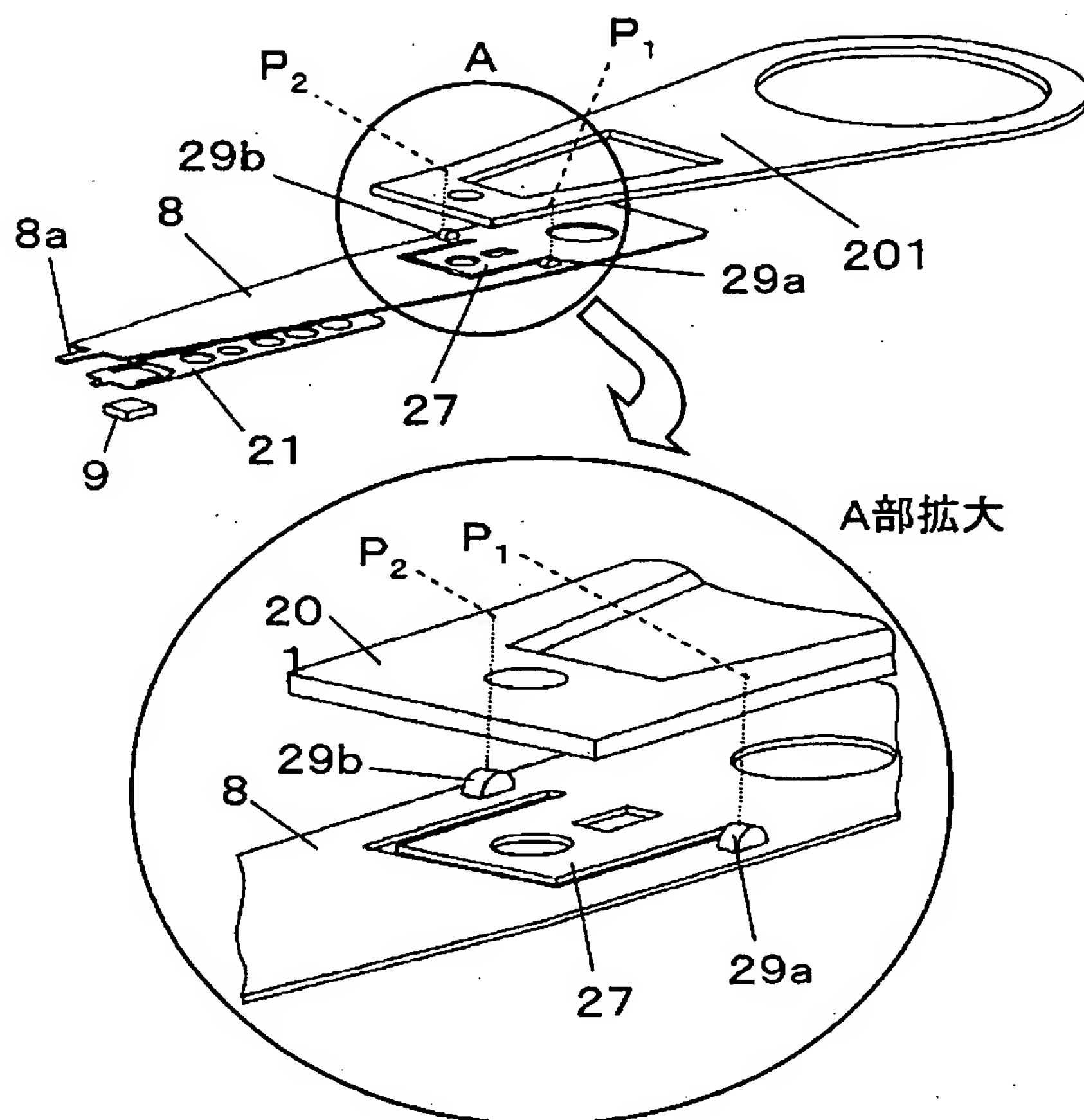
[図13B]



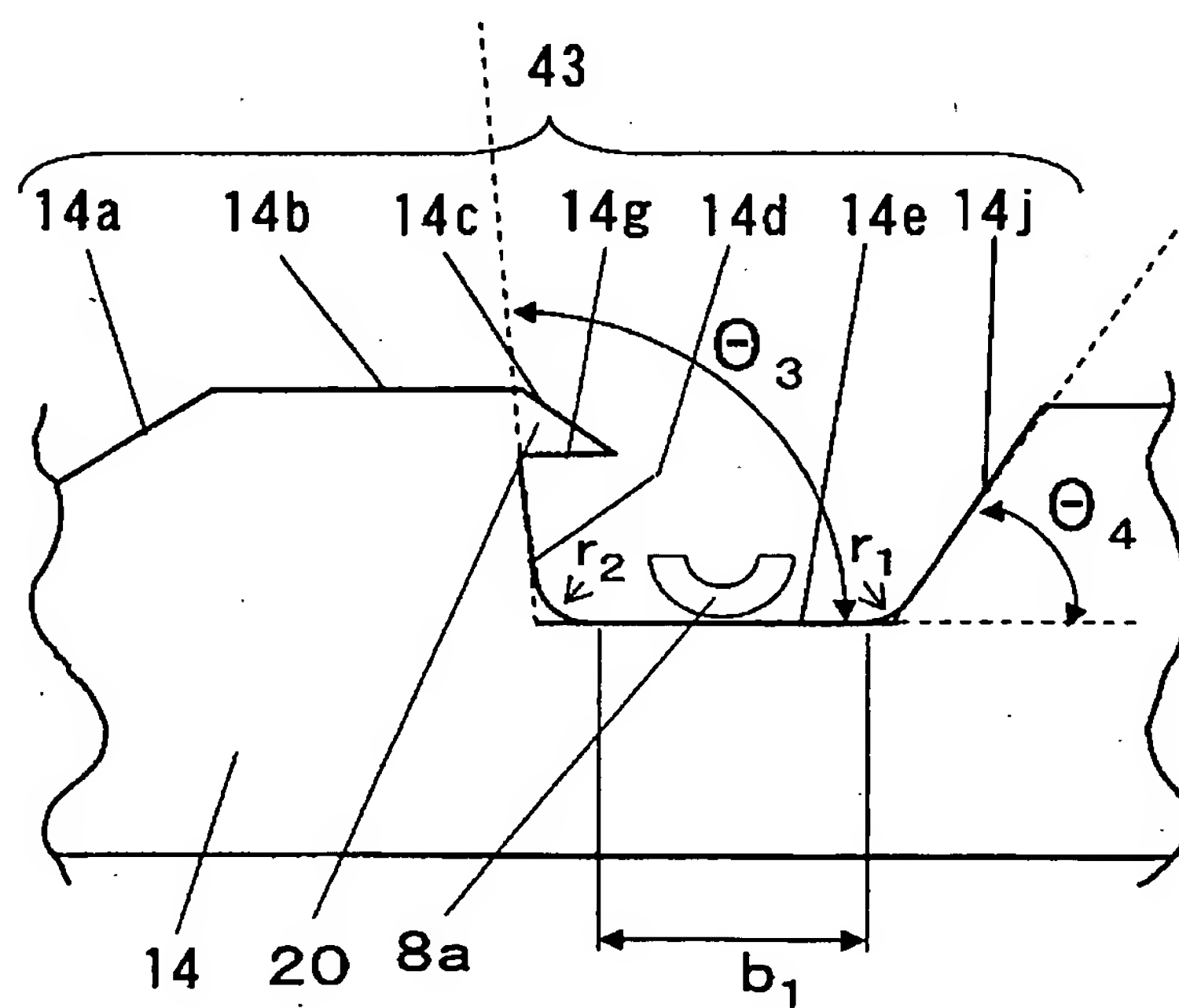
[図14A]



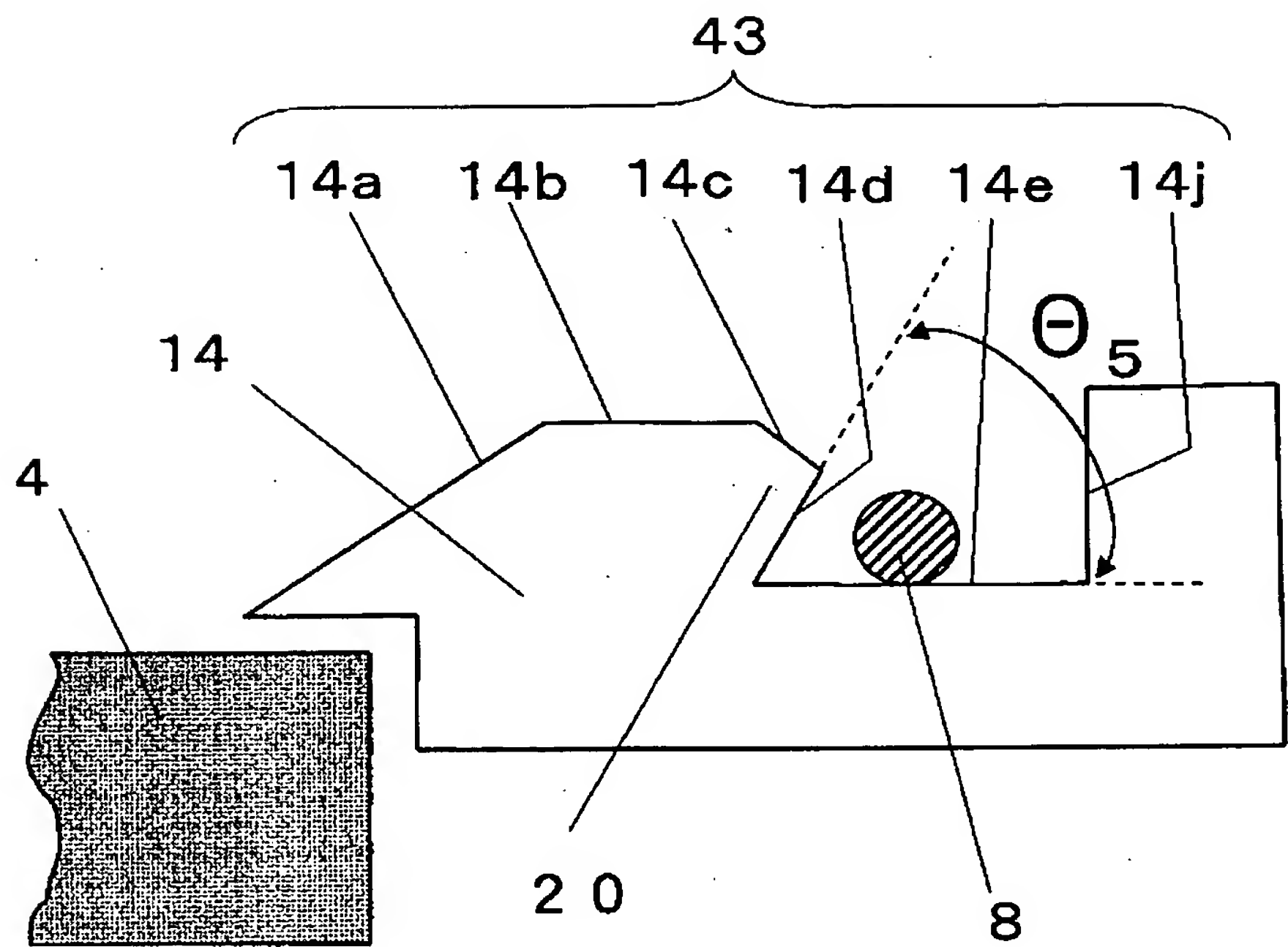
[図14B]



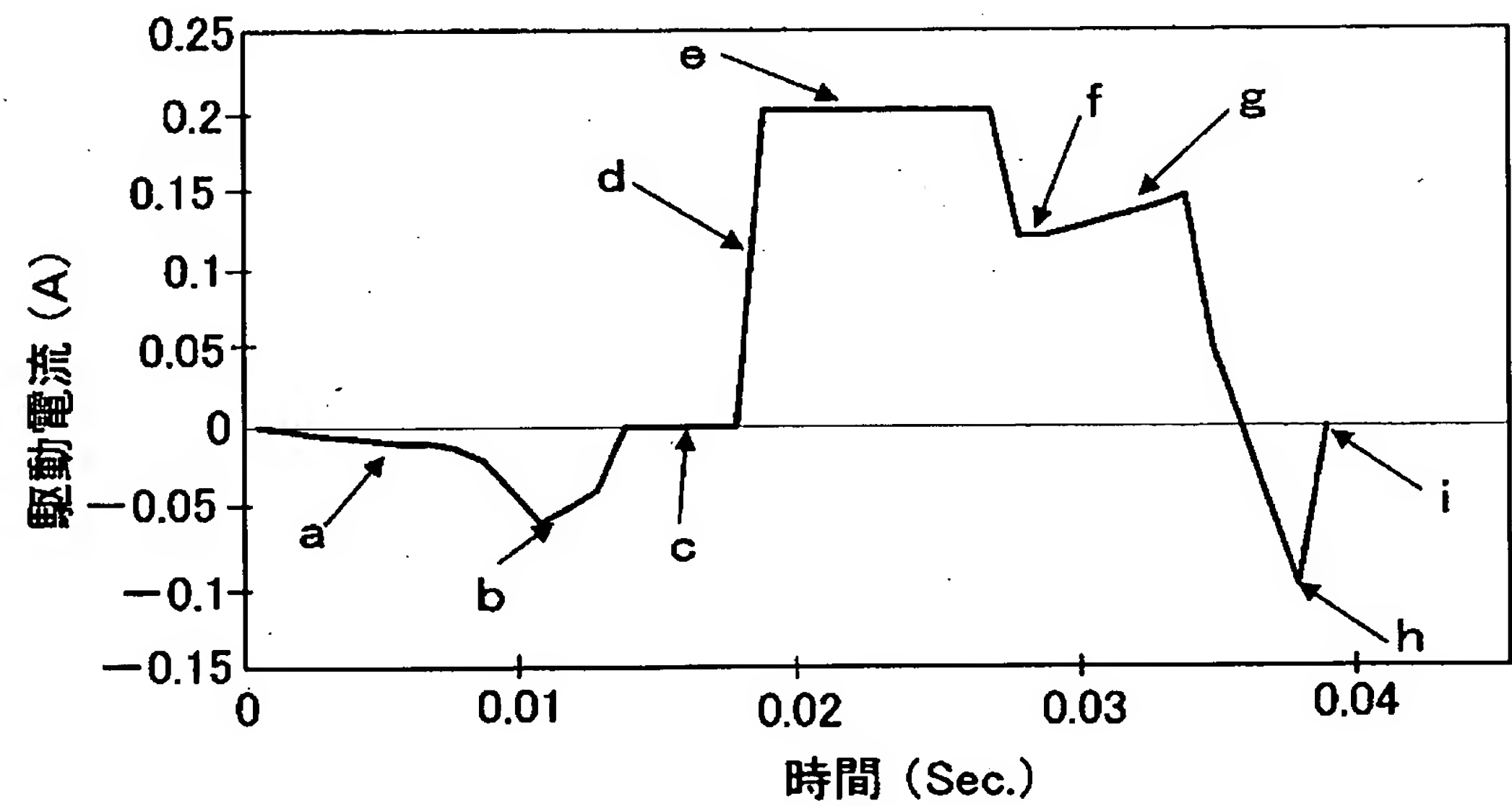
[図15]



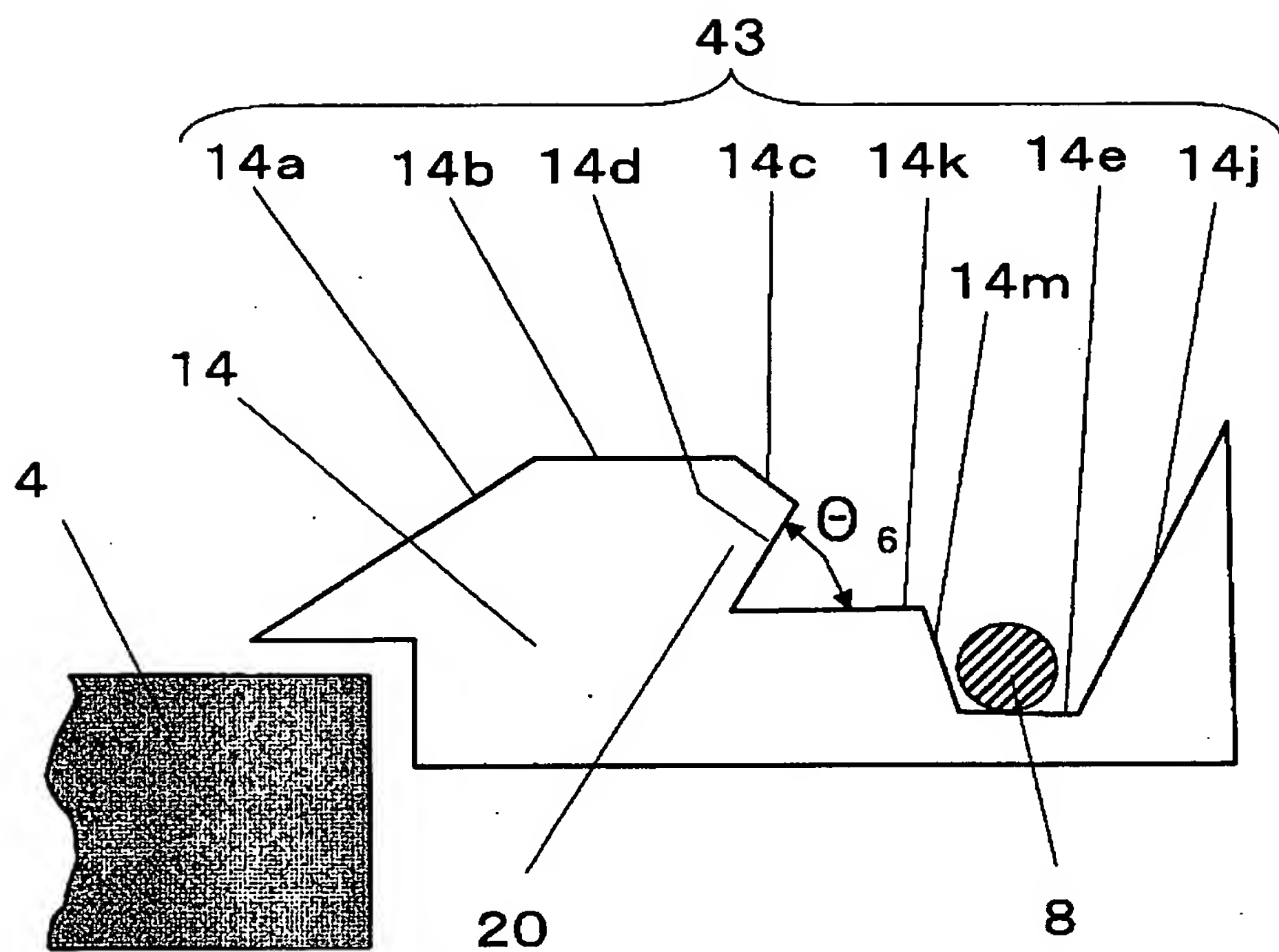
[図16]



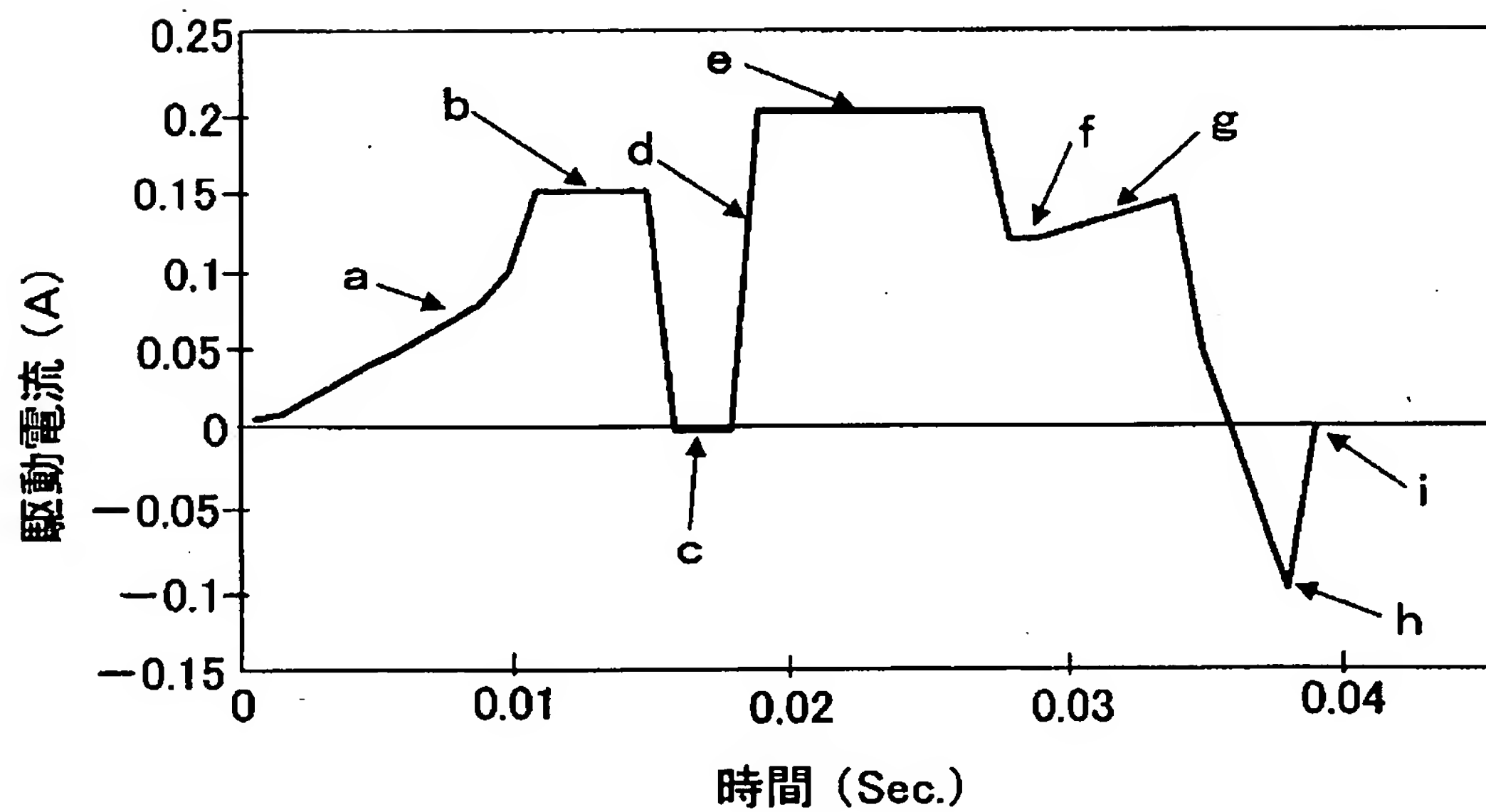
[図17]



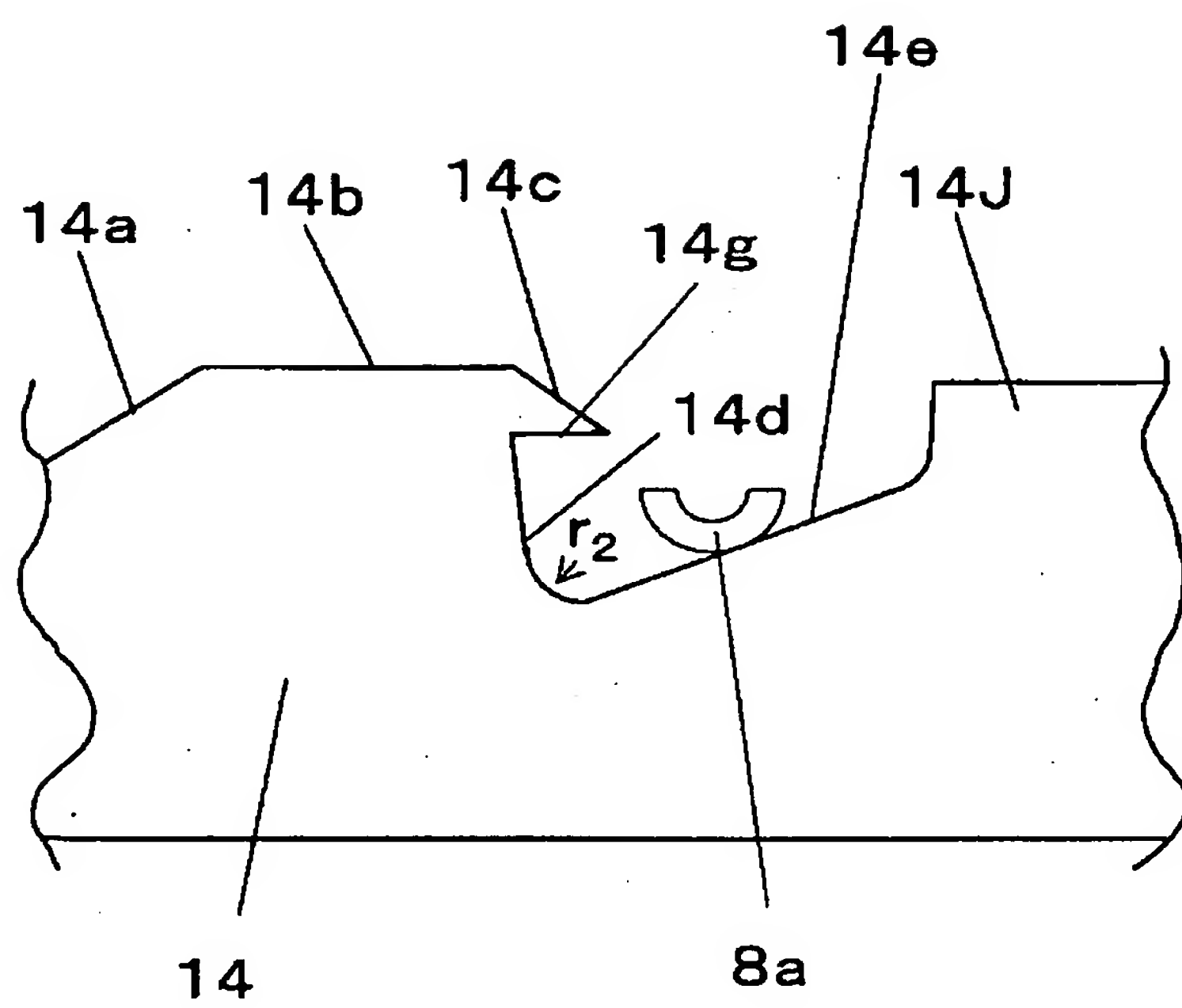
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/011307

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G11B21/12, 21/21, 21/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G11B21/12, 21/21, 21/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-43644 A (Toshiba Corp.), 16 February, 2001 (16.02.01), Par. Nos. [0027] to [0030]; Figs. 4, 8 & US 6449128 B1	1-31
A	JP 2002-298531 A (Hitachi, Ltd.), 11 October, 2002 (11.10.02), Par. Nos. [0027] to [0039]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-31

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 August, 2005 (30.08.05)Date of mailing of the international search report
13 September, 2005 (13.09.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.